QL581.69
H36k

DER KAMPF ZWISCHEN MISTEL UND BIRNBAUM

IMMUNE, UNECHT IMMUNE UND NICHT IMMUNE BIRNRASSEN; IMMUNWERDEN FÜR DAS MISTELGIFT FRÜHER SEHR EMPFINDLICHER BÄUME NACH DEM ÜBERSTEHEN EINER ERSTEN INFEKTION

VON

E. HEINRICHER

K. M. K. AKAD.

AUS DEM BOTANISCHEN INSTITUTE DER K. K. UNIVERSITÄT IN INNSBRUCK

MIT 4 TAFELN

AUS DEN DENKSCHRIFTEN DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN WIEN
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE, 93. BAND

WIEN 1916

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

Dmn 93—10
E. Heinricher.

DER KAMPF ZWISCHEN MISTEL UND BIRNBAUM

IMMUNE, UNECHT IMMUNE UND NICHT IMMUNE BIRNRASSEN; IMMUNWERDEN FÜR DAS MISTELGIFT FRÜHER SEHR EMPFINDLICHER BÄUME NACH DEM ÜBERSTEHEN EINER ERSTEN INFEKTION

VON

E. HEINRICHER

K. M. K. AKAD.

AUS DEM BOTANISCHEN INSTITUTE DER K. K. UNIVERSITÄT IN INNSBRUCK

MIT 4 TAFELN

AUS DEN DENKSCHRIFTEN DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN WIEN
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE, 93. BAND

WIEN 1916

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

Digitized by the Internet Archive
in 2017 with funding from
University of Illinois Urbana-Champaign Alternates

https://archive.org/details/derkampfzwischen00hein

q 551.69
H36k
12 Fa 26

DER KAMPF ZWISCHEN MISTEL UND BIRNBAUM

IMMUNE, UNECHT IMMUNE UND NICHT IMMUNE BIRNRASSEN; IMMUNWERDEN FÜR DAS MISTELGIFT FRÜHER SEHR EMPFINDLICHER BÄUME NACH DEM ÜBERSTEHEN EINER ERSTEN INFEKTION

VON

E. HEINRICHER
K. M. K. AKAD.

AUS DEM BOTANISCHEN INSTITUTE DER K. K. UNIVERSITÄT IN INNSBRUCK

MIT 4 TAFELN

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 11. MAI 1916

I. Geschichtliche Einleitung.

In seiner Abhandlung: »De l'influence du sol sur la dispersion du gui et de la cuscute en Belgique« [1] hat Emil Laurent zuerst Mitteilung gemacht über Giftwirkungen der Mistelkeime auf gewisse Rassen des Birnbaumes. In den Abschnitten IX »Essais de culture du Gui« und X »Phénomènes toxiques provoqués par les plantules de Gui chez le Poirier« finden sich die betreffenden Stellen. Aus ersterem ist ersichtlich, daß Laurent sich zur Erledigung einer anderen Frage einer größeren Zahl von Mitarbeitern in Frankreich und Belgien versicherte, denen zur Besiedelung mit Mistelkeimen Beeren der Apfel-Mistel übersendet wurden. Dabei ergab es sich, daß bei drei Beobachtern die Beeren und Keime der Mistel Giftwirkungen auf die Birnbaumäste ausübten: »à l'endroit où on les avait appliquées, elles avaient provoqué la nécrose de l'écorce, puis la dessication des jeunes bourgeons pendant l'été et enfin la mort totale du rameau.« Insbesondere erwiesen sich die Birnrassen »Joséphine de Malines« und »Williams«, aber auch eine dritte, unbestimmte, empfindlich.

Einer der Beobachter, Herr Chalon, bemerkte ähnliche Wirkungen der Mistelkeime auch an *Spartium junceum* und *Ficus elastica*. In dem X. Abschnitte teilt Laurent schon eigene, teils bestätigende, teils neue Beobachtungen über die Giftwirkung der Mistel auf den Birnbaum mit. In den ersten Tagen des Mai wurden Mistelsamen auf einjährige Triebe und auch auf mehrjährige Fruchtzweige der früher

[1] Bulletin de l'agriculture, Tome XVI, 1900, Bruxelles p. 457—510, 5 Tafeln, 2 Karten.

p 49124

genannten Birnrassen ausgelegt. Ihre Keimung verlief normal und bis 15. Juni (Rasse Joséphine de Malines) und 1. August (Rasse Williams) war keine Beeinflussung der besiedelten Zweige erkennbar. Doch schon am 20. Juni und bei Rasse Williams am 3. August war die Sachlage anders: »Les rameaux inoculés se sont alors brusquement fanés, puis leurs feuilles se sont complètement desséchées tout en restant adhérentes à leur support.« Rinde und Holz der Zweige ließen sowohl oberwärts, als unterwärts jedes Keimes weitgehende Veränderungen wahrnehmen, die teils makroskopisch, teils mikroskopisch festgestellt wurden. Letztere betreffend erwiesen sich sowohl das Parenchym der Rinde, als das des Markes und auch die Zellen der Markstrahlen als abgestorben, das Holz war dunkler gefärbt und die Gefäße von gelblich schwarzen Gummipfropfen verstopft. Diese Wirkungen wurden erzielt, ohne daß der Mistelkeim einen ersten Senker in den Wirt vorgeschoben hätte und gingen von der nur fest anliegenden Haftscheibe aus.

In dieser Mitteilung wird auch schon über den Versuch berichtet, mit einem aus zerriebenen Mistelkeimen hergestellten Extrakt Wundstellen (Einschnitte) von Birnzweigen zu injizieren. Der Extrakt wurde teils ohneweiters verwendet, teils nachdem er auf 120° im Autoclave erhitzt worden war. Ersterer erwies sich insofern als wirksam, als die Vernarbung der Wundstelle unterblieb.

Den gleichen Gegenstand behandelt Laurent noch in zwei weiteren Mitteilungen, die in den »Recherches de Biologie experimentale, appliquée a l'agriculture (Traveaux du laboratoire de Botanique de l'institut agricole de l'état, à Gembloux, publiés par E. Laurent, Tome I, 1901—1903, Bruxelles) erschienen sind. Die erste dieser Mitteilungen »Phénomènes toxiques provoqués par les plantules de Gui chez le Poirier«, stimmt inhaltlich mit dem X. Abschnitte der bereits besprochenen, l. c. erschienenen überein, ist nur ein zweiter Abdruck des erwähnten Kapitels. In der zweiten Mitteilung »Sur l'éxistence d'un principe toxique pour le Poirier, dans les baies, les graines et les plantules du Gui« werden einige neue Ergebnisse gebracht. Laurent's Versuche zielten in erster Linie darauf, die Lokalisation des Giftstoffes in den Mistelbeeren zu ermitteln. Es wurden verwendet: intakte Beeren, aus Beeren isolierte, in letzteren schon ausgekeimte Samen und der isolierte Beerenschleim, und zwar entweder frisch, oder auf 100 und 120° durch 5 Minuten erwärmt. Dieses Material wurde auf Äste der früher genannten, so empfindlichen Birnbaumrassen Mitte Mai aufgetragen. Die intakten Beeren und die isolierten, lebenden Keimlinge führten schon Mitte Juni zum Vertrocknen der mit denselben besiedelten Zweige unter Auftreten jener Destruktion in Rinde und Holz, die schon geschildert wurde. Anfangs Juli traten ähnliche Erscheinungen, wenn auch etwas gemindert, auch an den Zweigen auf, die mit der frischen Beerenpulpa allein — nach Herausnahme der Samen — belegt worden waren.

Es folgten aber später die gleichen Erscheinungen, wenn auch geringer und lokalisiert auf die Stellen des Kontaktes an den Zweigen, welche mit den erwähnten Materien nach Erhitzung auf 100° und 120° C belegt worden waren. Laurent resumiert: »La toxine du Gui existe donc en plus grande quantité dans les plantules en germination; vers le 15 mai, il y en a aussi dans la pulpe des baies. Sans doute, elle est secrétée par les embryons en germination et diffuse dans la pulpe.«

Die Tatsache, daß mit Mistelkeimen besetzte Zweige genannter Birnbaumrassen absterben und früher oder später abgeworfen werden, wodurch natürlich auch die Misteln zugrunde gehen, führt Laurent dazu, solche Rassen für immun gegen Mistelbefall zu erklären. Er vergleicht die Erscheinung der Autotomie bei Tieren, zum Beispiel gewissen Krabben, die das vom Feinde ergriffene Glied einfach abwerfen. »L'organisme fait la part des tissus attaqués pour arrêter l'invasion parasitaire.« Ob dieser Vergleich mit der Autotomie der Tiere treffend ist, erscheint mir allerdings fraglich; ich komme später darauf zu sprechen, daß es nicht berechtigt erscheint, solche Rassen immun zu nennen.

Die Beobachtungen Laurent's sind sicherlich sehr interessant und ich hatte Gelegenheit, sie mehrfach zu bestätigen. Schließlich drängte es mich, eigene Versuche in der Sache aufzunehmen, deren Ergebnis in lehrreicher Weise die Frage beleuchtet und neue Erkenntnis bringt. Endlich sind die Laurent'schen Mitteilungen an weniger zugänglichen Stellen erschienen und entbehren fast ganz bildlicher Darstellungen, so daß ich es für angemessen erachte, diese Lücken auszufüllen.

II. Die ersten eigenen Beobachtungen.

Die ersten Erfahrungen über die giftigen Wirkungen der Mistelkeime auf Birnbäumchen wurden gelegentlich meiner Versuche über die ernährungsphysiologischen Rassen der Mistel gemacht. Von zwei Birnbäumchen, die am 12. Februar 1908 mit je zehn Birn-Mistelsamen belegt wurden, starben bei einem im Frühjahre 1909 die belegten Äste ab, ohne auszutreiben.

In einer 1910 angelegten Versuchsreihe wurden am 29. November auf drei Birnbäumchen je 30 Samen der Linden-Mistel, auf drei Birnbäumchen je 25 Samen der Birn-Mistel ausgelegt. Diese Bäumchen waren noch sehr jung; nur ihr Basalteil war zweijährig, die mit Mistelsamen belegten Zweige fast durchgehends einjährig. Besonders die Bäumchen, die mit Birn-Mistelsamen belegt wurden, waren schwächlich, weshalb hier auch von der Normalzahl abgewichen wurde und statt mit 30 Samen die Belegung mit nur 25 erfolgte. Alle diese sechs Birnbäumchen trieben im Frühjahre 1911 gar nicht aus und starben entweder ganz ab (so alle drei mit Birn-Mistelsamen belegten) oder blieben nur in ihrer basalen Partie lebend (zwei der Birnbäumchen, die mit Linden-Mistelsamen belegt waren), aus der in den folgenden Jahren Regeneration stattfand. An den eingetrockneten Trieben klebten die Mistelkeime, die natürlich endlich auch abstarben. Die Keimung war sehr reichlich, erreichte bis zu 100%. Bei der Revision am 5. Mai 1911 waren zum Beispiel bei einem der mit Linden-Mistel besetzten Bäumchen 27 Samen mit 44 Keimlingen vorhanden. Die Triebe dieses Bäumchens waren schon an diesem Tage alle tot, die Mistelkeime noch lebend. An einem zweiten Bäumchen hatten alle 30 Samen gekeimt und waren 36 Keimlinge vorhanden. Bei diesem Bäumchen waren am 5. Mai erst die oberen Zweigpartien abgestorben, auf denen 17 Keimlinge saßen, 19 waren auf noch lebenden Teilen vorhanden, die aber im Laufe des Sommers vertrockneten. Beim dritten der mit Linden-Mistelsamen belegten Bäumchen vertrockneten die einjährigen Zweige ebenfalls, der ältere Basalteil aber blieb am Leben. Er zeigte bei einer Revision am 28. Mai 1912 stark krebsige Stellen an den Orten, wo Mistelkeime sich entwickelt hatten, vermochte aber in diesem Jahre einen gesunden Trieb zu entwickeln. Diesen Basalteil, dessen Fortsetzung in den einjährigen, abgedorrten Trieb nur in dem Stumpf vorhanden ist, der sich oberhalb der Insertion des 1912 entstandenen, gesunden Seitentriebes befindet, zeigt die Abbildung Fig. 1, Taf. I. Schon bei dieser sehr verkleinerten Aufnahme sind die krebsigen Stellen (jede entsprechend dem Orte, wo ein Mistelsamen zur Keimung gelangt war) gut erkennbar. Fig. 2, Taf. I bringt nun ein Stück des Sprosses in annähernd natürlicher Größe zur Darstellung. Drei der kranken Stellen sind erkennbar. Von einer ist nur ein Teil im Bilde (unten, wo an der rechten Flanke im Profil auch der noch anhaftende Mistelkeim sichtbar ist) enthalten. Am oberen Ende der mittleren kranken Partie klebt ein Same, der zwei Keime entsendet hatte. Endlich ist links ober dieser noch eine dritte krebsige Stelle erkennbar.[1] Alle an diesen krebsigen Stellen aufsitzenden Mistelkeime waren tot.

Wie die Abbildung Fig. 2, Taf. I lehrt, sind die Wirkungen der Mistelkeime beträchtliche. Wenn die an den Krebsstellen eintrocknenden Keime durch Niederschläge abgeschwemmt wären, würde man kaum vermuten, daß die Krebsstellen durch Mistelkeime verursacht wurden und eher auf Pilzinfektionen schließen. So äußerte sich auch v. Tubeuf,[2] der sich aber durch Infektionsversuche ebenfalls selbst von der Richtigkeit der Laurent'schen Beobachtungen überzeugte.

Bei den erwähnten sechs Birnbäumchen ist das Absterben der belegten Zweige sehr erklärlich, da ja der Belag mit Mistelkeimen ein sehr reicher war (25 bis 30); hebt doch Laurent hervor, daß bei sehr empfindlichen Rassen schon ein einziger Same genügt, um selbst mehrjährige Sprosse zum Abdorren zu bringen. So starke Infektion, wie sie bei diesen Versuchen geübt wurde und zumeist einjährige Triebe betraf, führt einfach zum Vertrocknen der befallenen Triebe. Der von den anhaftenden, noch nicht

---

[1] Fig. 2 ist als Textbild schon in dem Artikel »Ernährungsphysiologische Rassen der Mistel« 1913 im Kosmos zum Abdruck gebracht.

[2] »Über die Verbreitung und Bedeutung der Mistelrassen in Bayern.« (Naturw. Zeitschrift für Forst und Landwirtschaft, Jahrg. 6, 1908, p. 572.)

eingedrungenen Mistelkeimen erzeugte Giftstoff dringt in die Gewebe ein und tötet sie. Bei den krebsigen Bildungen, wie wir sie am älteren in Fig. 2, Taf. I abgebildeten Basalteil des einen Bäumchens sehen, handelt es sich aber hauptsächlich um Verkorkungs- und Borkenbildungsprozesse, durch die der Birnbaum die erkrankten Gewebe von den gesunden sondert und durch die der Parasit, vom Safte des Wirtes abgeschlossen, zum Abdorren und endlich — samt Borkenstückchen des Wirtes — zum Abwurf gebracht wird. Allerdings reicht die Giftwirkung auch an solchen älteren Zweigen zum Teil bis in das Holz und bringt die lebenden Elemente zum Absterben. Über das Bestreben des Birnbaums, diese toten Holzpartien von den lebenden abzuschließen, wird späterhin gesprochen werden.

Das hier Mitgeteilte war, wie erwähnt, in Kulturreihen beobachtet worden, die mit anderer Fragestellung in Angriff genommen wurden. Die Verfolgung der Erscheinungen über die Giftwirkung war weder eine entsprechende gewesen, noch waren die Varietäten oder Rassen der verwendeten Kulturbirnen bekannt. Diese Umstände bewogen mich, in einer weiteren Versuchsreihe die Gilftwirkungen der Misteln auf Birnbäume besonders zu verfolgen.

III. Besondere Versuche über die Giftwirkung der Mistelkeime auf Birnbäume.

Diese Versuche wurden im Herbste 1911 eingeleitet. Verwendet wurden acht Birnbäumchen, diesmal nur kräftige, drei- bis vierjährige, gut bewurzelte und verzweigte Exemplare, die schon im Frühling gesetzt worden waren. Daß die Empfindlichkeit der verschiedenen Kulturvarietäten bedeutenden Schwankungen unterliegt, hat schon Laurent hervorgehoben. Im allgemeinen soll besonders auf Kulturbirnen das Vorkommen der Mistel selten sein und deshalb wurden außer sechs Kulturbirnen auch zwei im Frühlinge 1911 aus dem Walde geholte und in den Garten verpflanzte Wildbirnen einbezogen. Die verwendeten Kultursorten waren als: Speckbirne (zwei Stück), Gellert's Butterbirne, Hardenpont's Butterbirne, Gute Luise von Avranches, Diel's Butterbirne bezeichnet. Einbezogen können noch zwei Bäumchen werden, die allerdings zunächst anderer Fragestellung unterworfen waren, — die eine Sorte, als »gute, graue Birne«, die andere als »Bergamotte Crassane« bezeichnet. Besiedelt wurden alle Bäumchen mit je 30 Mistelsamen, die beiden letzten mit Linden-Mistel- und Pappel-Mistelsamen, die übrigen acht mit Birn- und Apfel-Mistelsamen. Eine folgende Tabelle, die später in anderer Beziehung herangezogen werden soll, gibt darüber im einzelnen Aufschluß.

Es sei gleich hier vorweg gesagt, daß die Art der Mistelbeeren jedenfalls ohne wesentliche Bedeutung ist. Giftig wirken alle auf empfindliche Rassen; ob die Mistelbüsche, deren Beeren verwendet wurden, auf dieser oder jener Laubholzart gewachsen waren, bleibt sich gleich.

Der Verlauf dieser Kulturen in den Jahren 1912, 1913 und auch 1914 ergab, daß so empfindliche Rassen, wie sie Laurent geschildert hatte, unter den gewählten Birnen nicht vorhanden waren und daß sich im übrigen eine je nach Rasse und zum Teil nach Individuum verschieden starke Empfänglichkeit feststellen ließ. Auch trat die Schädigung, besonders an älteren Trieben und dem Hauptstamm, stärker erst im zweiten Jahre hervor.

Von den zwei Wildbirnen (aus dem Walde geholte Wildlinge, die aber offenbar, wie schon ihr Habitus zeigte, verschiedenen Stammes waren), war die eine sehr empfindlich und wurde stark geschädigt, die andere zeigte äußerlich kaum eine Reaktion.

Bei der ersteren wurde schon am 13./VI. 1912 beobachtet, daß ein Zweig, an dessen Basis ein Same mit zwei Keimlingen der Mistel saß, abgestorben war und ebenso der darunter befindliche Seitenzweig. Auch traten lokal schon ganz ähnliche Reaktionen hervor, wie sie von einer Kultur-Birnrasse in Fig. 2. Taf. I wiedergegeben sind. Mehr noch traten die Giftwirkungen im Frühjahr 1913 hervor. In einer mittleren

Partie des Stammes besonders, wo die Mistelsamen in gedrängterer Folge ausgelegt worden waren, war die Mehrzahl der Zweige abgestorben. Diese Partie wurde am 9./IV. 1913, zur Zeit des Laubaustriebes aufgenommen und ist in Fig. 3, Taf. I zu sehen. Man unterscheidet leicht die austreibenden von den abgestorbenen Sprossen. 1914 war die ganze obere Hälfte des Hauptstammes, mit ihren im oberen Teile reichlicher vorhandenen Seitenzweigen abgestorben (Fig. 1, Taf. III). Es ist dies die Partie oberhalb der gesunden Austriebe, die in Fig. 3, Taf. I, in der Aufnahme vom April 1913, unten erkennbar sind.

Die zweite Wildbirne zeigte hingegen keine deutlichen, äußerlich bemerkbaren Reaktionen auf die Mistelkeime.

Sehr auffällig verschieden verhielten sich die beiden als Speckbirne bezeichneten Bäumchen. Deutliche Reaktionen ergaben beide, doch blieben sie bei dem einen mehr vereinzelt und lokalisiert, während das zweite weitgehend geschädigt wurde.

Beim ersten Bäumchen wurde schon am 13./VI. 1912 unterhalb eines Mistelkeimes eine krebsige Stelle bemerkt, und am 19. September eine zweite solche beobachtet. Bei einer dieser war das anstehende Sproßauge abgestorben, bei der zweiten wurde durch die sich dort abschilfernde Borke ein noch lebender Mistelkeim abgehoben. (Es sei bemerkt, daß um diese Zeit schon ein überwiegender Teil der Mistelkeime auf allen Birnbäumchen eingetrocknet war.) Im Frühlinge 1913 waren die lokalen krebsigen Stellen noch viel deutlicher geworden. Sie befanden sich an der Basis je eines Seitenzweiges und waren im Umriß schildförmig. Die am 10. April gemachte photographische Aufnahme war nicht ganz befriedigend. Unter Verwendung derselben und Benützung des Objektes ließ ich deshalb eine Zeichnung anfertigen, die, etwas verkleinert, die betreffende Strecke des Hauptstammes darstellt (Fig. 6, Taf. I). Die krebsigen Stellen sind mit *a* und *b* bezeichnet. Auf jeder dieser Partien saßen noch die eingetrockneten Mistelkeime. Am Rande hoben sich braune Peridermlamellen vom Stamme ab. Diese krebsigen Stellen waren auch im Herbste 1914 noch zu erkennen, doch gewissermaßen im Ausheilen begriffen; die abgestorbenen Gewebe wurden abgestoßen. Dauernd ist der Baum durch die Mistelinfektion nicht geschädigt worden; er hat sich sehr kräftig entwickelt und wird sein Hauptstamm, jetzt im Herbste 1914, zirka 6 *cm* Durchmesser in 1 *m* Höhe haben.

Viel ausgesprochener traten die Giftwirkungen an dem zweiten Speckbirnbäumchen hervor. Schon im Frühlinge 1912 war der Gipfel des Hauptstammes $^1/_2$ *m* weit abgestorben; es saßen ihm mindestens 13 Mistelkeime auf. An tieferen, lebenden Partien wurden schorfige Stellen bemerkbar. Am 13. Juni wurde notiert, daß die Seitenzweige, an deren Basis Mistelkeime sitzen, abgestorben sind. Im Frühjahre 1913 wurde das Kümmern oder totale Abgestorbensein der meisten Seitentriebe bemerkt. Fig. 4, Taf. I gibt eine Aufnahme vom 10. April 1913 wieder, die das zeigt. Oben ist der basale Teil des ganz abgestorbenen Gipfels erkennbar. (Fig. 5, Taf. I zeigt den gleichzeitig aufgenommenen, früher besprochenen Speckbirnbaum, mit nur lokalen Reaktionen und gesunden kräftigen Seitentrieben.) Im Herbste 1914 erweist sich der Hauptstamm weiter hinab, bis etwas ober der Etikette in Fig. 5, Taf. I, abgestorben; auch das obere Drittel des lebenden Stammes zeigt krebsige Stellen, und erst unterhalb dieser hat sich ein kräftiger gesunder Seitentrieb entwickelt. Der Hauptstamm hat an dieser Stelle erst $1^1/_2$ *cm* Durchmesser. Die Schädigung durch die Mistelinfektion ist hier also anhaltend. Um das Zurückbleiben des einen Speckbirnbaumes, der stark und dauernd geschädigt wurde, gegenüber dem zweiten, der nur lokale Reaktionen gezeigt und sich bald erholt hatte, vorzuführen, ließ ich die nebeneinander stehenden Bäume, vor dem Laubausbruch, am 6. April 1915 photographieren (Fig. 2, Taf. III).

Wenn ich auch keine Garantie dafür übernehmen kann, daß beide von der Gärtnerei bezogenen Bäume tatsächlich der gleichen Rasse angehörten und Speckbirnen sind, daher auch nicht mit Sicherheit behaupten kann, daß innerhalb einer Rasse die Empfänglichkeit für das Mistelgift so außerordentlich stark schwankt, so zeigt der Fall doch zum mindesten, wie weit innerhalb der Birnbäume diese Verschiedenheit geht.[1]

[1] Nach dem, was an Erfahrungen bei Menschen und Tieren vorliegt, wäre der Fall übrigens durchaus nicht befremdlich. Hahn sagt im Abschnitte X »Natürliche Immunität (Resistenz)« des »Handbuch der pathogenen Mikroorganismen« von Dr. W. Kolle und

Ähnliche Verhältnisse sehr wechselnder Reaktion auf die Mistelinfektion zeigten nun auch die anderen in den Versuch einbezogenen Birnrassen.

Sehr gering waren die Reaktionen bei Gellert's Butterbirne, bei Hardenpont's Butterbirne und der Bergamotte Crassane. Absterben von Knospen neben ausgelegten Mistelbeeren, leichte Schorfbildung in der Rinde da und dort waren bei der erstgenannten Rasse festzustellen. Bei der zweiten war im Früh-, jahre 1913 erkennbar, daß die belegten Sproßteile fast keine oder nur schwache Seitentriebe entwickelten hingegen fehlten an der Rinde hier fast gänzlich erkennbare Reaktionen. Nur spärlich waren sie auch bei Bergamotte Crassane vorhanden. Dauernde Schädigung von der Mistelbesiedelung war bei keiner dieser drei Rassen zu bemerken, alle gaben kräftige Pflanzen, ganz besonders Bergamotte Crassane, die am 19. September 1914 bei 3 *m* erreichter Höhe, an der Basis 7 *cm*, in 1 *m* Höhe, 5 *cm* Durchmesser am Hauptstamm zeigt.

Im Gegensatze erwiesen sich die Sorten: Gute Luise von Avranches, Diel's Butterbirne und »gute, graue« mehr oder minder empfindlich. Bei der ersten waren bei der Revision am 13. Juni 1912 einige Seitenzweige abgestorben. Deutlicher waren die Giftwirkungen im Frühjahr 1914. Der am 4. April als Belegstück genommene Gipfelteil, zeigte teils völlig abgestorbene dünnere Zweige, teils krebsige Stellen in der Art, wie sie für eine Speckbirne in Fig. 6, Taf. I abgebildet sind. Der Zusammenhang mit dem Mistelgifte war durch das Aufsitzen der vertrockneten Keimlinge außer Zweifel. Dieser ganze Gipfelteil, dessen Zweigknospen zum Teil noch austrieben, wäre später sicherlich abgestorben. Eine Besichtigung am 19. September 1914 ließ erkennen, daß das Bäumchen noch heute an den Folgen der Infektion krankt. Es sieht kümmerlich aus und ist krüppelig. Noch erkennt man viele krebsige Stellen in deren Nähe nur kümmerliche Zweige abgehen. An einer Seite entwickelt sich gesundes, kräftiges Sproßwerk.

Eher noch stärker waren die Reaktionen bei Diel's Butterbirne. Bei der Revision Mitte Mai 1912 waren die jüngeren Triebe, an denen noch lebende Mistelkeime saßen, schon abgestorben. An älteren Stammpartien wurden auch schon lokal auftretende Reaktionen erkennbar. Im Juni trat dies schon verstärkt hervor und im September wurde beobachtet, wie an einer solchen krebsigen Stelle ein Borkenschilfer, dem noch ein Same mit lebenden Keimen aufsaß, in Ablösung begriffen war. Im Frühling 1913 wurden abgestorbene und vertrocknete jüngere Sprosse mit noch anhaftenden Mistelkeimen als Belegstück gesammelt. Eine Besichtigung am 19. September 1914 zeigte, daß der Haupttrieb bis ziemlich tief unten abgeworfen worden ist, daß belegt gewesene Seitentriebe noch krebsige Stellen aufweisen, in deren Nähe nur Kümmersprosse entstanden. Von unten her bildeten sich jedoch kräftige und gesunde Regenerationssprosse.

Als sehr empfindlich ergab sich die »gute, graue«. Bei der Durchsicht am 14. Mai 1912 erwiesen sich die Spitzen vieler jüngerer Triebe, denen noch zahlreich lebende Mistelkeime aufsaßen, als tot. Das war am 13./VI. verstärkt der Fall und an älteren Partien war festzustellen, daß die Knospen in der Nähe ausgelegter Mistelsamen abgestorben waren.

Im Frühjahr 1913 war der Gipfel des Haupttriebes abgestorben; unterhalb der abgestorbenen Partie waren kräftigere Ersatztriebe entstanden. Auch der Spitzenteil eines tiefer abgehenden, verzweigten Sprosses war tot. Das Beschriebene ist aus der am 4. April gemachten Aufnahme, die in Fig. 8, Taf. II vorliegt, zu ersehen. An diesem Baume sind noch im September 1914 mehrfach krebsige Stellen, den einstigen Sitz von Mistelkeimen verratend, vorhanden und macht der Baum einen kümmerlichen, krüppeligen Eindruck. Bei allen diesen drei Sorten ist also die Schädigung durch die Infektion mit Mistelkeimen eine andauernde.

Noch möchte ich jetzt den p. 4 [504] gemachten Ausspruch, daß die Art der verwendeten Mistelbeeren, das heißt ob sie einer oder der andern Laubholz-Mistelart angehörten, ohne wesentlichen Einfluß ist, begründen. Verfolgt man den Bericht über die Versuche und zugleich die Angaben der folgenden Tabelle,

---

Dr. A. Wassermann (Jena, G. Fischer, 2. Aufl., 1. Bd. 1912) auf p. 949: »Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die natürliche Resistenz von Individuen der gleichen Spezies großen Differenzen unterliegt.«

so zeigt sich, daß starke Reaktionen auf das Mistelgift auf der ersten Wildbirne durch Birn-Mistelsamen, auf der einen Speckbirne durch Apfel-Mistelsamen, auf der Sorte »gute, graue« durch Linden-Mistelsamen hervorgerufen wurden; daß hingegen nur geringere oder fast keine Reaktionen gefunden wurden: an der zweiten Wildbirne, die mit Apfel-Mistelsamen, an Gellert's Butterbirne, die mit Birn-Mistelsamen, an Bergamotte Crassane, die mit Pappel-Mistelsamen belegt waren. Es geht daraus hervor, daß für das Maß der Schädigung wohl ganz die Qualitäten der jeweiligen Birnbaum-Rasse ausschlaggebend sind.

Hier mag nun gleich bemerkt werden, daß auf allen diesen zehn hier besprochenen Versuchsbäumchen, die zusammen mit 300 Mistelsamen belegt wurden, nicht ein einziger Mistelkeim zur Weiterentwicklung kommen, das heißt zur Pflanze werden konnte. Dieser Sache wollen wir nun im folgenden Abschnitt eingehendere Beleuchtung widmen.

IV. Schwierigkeit des Aufziehens von Mistelpflanzen auf Birnbäumen. Seltenheit von Birn-Misteln. Angaben über ihr häufiges Vorkommen in bestimmten Gegenden. Gegen das Mistelgift und gegen Mistelbefall unecht immune, echt (natürlich) immune und nicht immune Birnrassen.

Eine nachfolgende Tabelle zeigt, daß auf den zehn Birnbäumchen von den ausgelegten 300 Samen, 207 Samen 331 Keimlinge ergaben.[1] Es ist nicht nur interessant, daß keiner dieser 331 Keimlinge auf einem der Birnbäumchen festen Fuß fassen und wenigstens bis zur Entfaltung der Plumula gelangen konnte, sondern daß diese Keime auch verhältnismäßig sehr rasch ausgemerzt wurden. Einen lehrreichen Beleg hiefür gibt der Vergleich mit einigen andern Kulturen. Deshalb wurden im »Anhang«, im zweiten Teil der Tabelle, noch zwei andere Versuchsreihen aufgenommen. Eine (an zwei Buchen) verlief gleichzeitig; die zweite mit drei Apfelbäumchen gehört Versuchen an, die 1910 angesetzt wurden. Auch in diesem Falle wurde jedes Bäumchen mit 30 Mistelsamen belegt.

Art oder Rasse		Wildbirne		Speckbirne		Gellert's Butterbirne	Harden'ponts Butterbirne	Gute Luise v. Avranches	Diels Butterbirne	Gute graue (Birne)	Bergamotte Crassane (Birne)
Belegt mit Beeren der		Birn-Mistel	Apfel-Mistel	Birn-Mistel	Apfel-Mistel	Birn-Mistel	Apfel-Mistel	Birn-Mistel	Apfel-Mistel	Linden-Mistel	Pappel-Mistel
Frühjahr 1912	Gekeimte Samen	24	21	23	18	23	26	29	21	14	17
	Keimlinge	40	36	35	30	36	37	31	32	26	28
Lebende Keime	28. X. 1912	4	4	7	0	5	4	0	1	0	11
	29. IV. 1913	0	0	1	.	1	2	.	0	.	1
Schlußergebnis		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

[1] Tatsächlich war die Zahl der gekeimten Samen und der Keimlinge noch beträchtlich höher. Denn bei der ersten Revision im Frühjahre 1912 wurden jene Samen und die aus ihnen hervorgegangenen Keime, die bereits abgestorbenen Zweigen ansaßen, nicht mitgezählt. Da aber, wie aus dem Vorstehenden ersichtlich, viele einjährige Triebe infolge der Giftwirkung schon abgestorben waren und nur wenige Samen nicht zur Keimung gelangten, so ist es sicher, daß über 400 Keimlinge vorhanden gewesen sein müssen. Prozentisch gerechnet würden auf die 300 Samen 468 Keimlinge entfallen sein.

Wirt		Rotbuche	
Belegt mit Beeren der		Linden-Mistel	Apfel-Mistel
Frühjahr 1912	Gekeimte Samen	28	27
	Keimlinge	50	46
Lebende Keime	28. X. 1912	43	42
	29. IV. 1913	23	13
	4. XI. 1913	19	12
Schlußergebnis		0	0

Wirt		Pirus-Malus		
Belegt mit Beeren der		Linden-Mistel		
Frühjahr 1911	Gekeimte Samen	23	23	26
	Keimlinge	42	42	44
Lebende Keime 28. X. 1912		29	31	35
.		54 Keimlinge schon mit Blättern		
.		.	.	.
Schlußergebnis		29	31	35
		Zusammen 95 Mistelpflanzen		

Die Tabelle zeigt, daß von den 331 Keimlingen, die im Frühjahr 1912 auf den Birnbäumen vorhanden waren, schon Ende Oktober 1912 nur mehr 36 und im Frühjahr 1913 nur 5 noch lebten. Das ist deshalb bemerkenswert, als selbst auf Laubholzbäumen, auf denen die Mistel gar nicht aufkommt oder ihr Vorkommen jedenfalls außerordentlich selten sein muß, wie auf der Buche[1], das Absterben der Keimlinge sich viel langsamer vollzog. Den 331 Keimlingen auf den Birnbäumen standen im Frühjahr 1912 auf den beiden Buchen aus 55 Samen hervorgegangene 96 Keimlinge gegenüber. Von den ersteren lebten im Herbste 1912 nur 36, auf den Buchen noch 85. Im Frühjahr 1913 auf den Birnbäumen 5, auf den Buchen noch 36, ja auf diesen waren noch im Herbste 1913 31 lebende Keimlinge vorhanden. Allerdings das Schlußergebnis war in beiden Fällen gleich, weder auf den Birnbäumen, noch auf den Buchen wurde eine Mistelpflanze erzogen.

Wie die Untersuchung zeigte,[2] erfolgt auf den Buchen ein schwaches Eindringen des primären Senkers des Keimlings. Seinem Vordringen wird seitens der Wirtpflanze durch wiederholte Bildung von Korkschichten Einhalt getan. Die ersten vermag der Senker noch zu durchbrechen, endlich versagt aber seine Kraft. Die starke Verkieselung der Buchenrinde bedeutet vermutlich ebenfalls ein Hemmnis für den Befall der Rotbuche durch die Mistel. Aber dieser Abwehrprozeß vollzieht sich langsam, äußerlich ist an den Buchen gar keine Reaktion auf die Mistelkeime wahrnehmbar und von einer dauernden Schädigung durch die Mistelinfektion ist keine Spur vorhanden.

In unserer Tabelle finden wir noch einen Versuch mit Apfelbäumchen, die mit Mistelsamen belegt wurden, aufgenommen. Der Apfelbaum ist wohl das den Misteln am meisten zusagende Substrat. Ein Vergleich mit dem Versuch auf den Birnbäumen zeigt gegenüber den 331 auf diesen aufgegangenen Keimlingen 128 Keimlinge, die aus 72 Samen auf den Apfelbäumen im Frühjahr erstanden waren. Während im zweiten Herbst nach der Aussaat auf den Birnbäumen nur noch fünf Keime lebten, belief sich ihre Zahl auf den Apfelbäumchen auf 95. Von diesen 95 hatten überdies 54 schon Blätter entwickelt und alle

[1] In einer von Laurent zusammengestellten Liste der Bäume, auf denen Misteln vorkommen, ist die Rotbuche, *Fagus silvatica*, auch aufgenommen. Die Richtigkeit dieser Angabe wird aber mehrfach angezweifelt.

[2] Diese hat Herr cand. phil. Bruno Löffler durchgeführt; in einer von ihm zu gewärtigenden Abhandlung dürfte sie eingehendere Beleuchtung erfahren.

95 Keime erwuchsen schließlich zu Pflanzen. Die 128 Keime ergaben also 95 Pflanzen; oder über 74% der Keime erwuchsen zu Pflanzen.[1]

Die geschilderten Versuche mit den zehn Birnbäumchen erklären auch das seltene Vorkommen der Misteln auf Birnen. In vielen Gegenden ist diese Seltenheit erwiesen. Dies erhellt auch aus Angaben in der Literatur. Vor allem erwähne ich hier Ch. Guérin, der sich eingehend mit Mistelstudien befaßte und dessen Schriften viele gute Beobachtungen und Versuche enthalten, allerdings auch manche naive Auffassung und Irrungen.[2] In der ersten, unten zitierten Schrift sagt er p. 215: »Mes nombreux essais d'inoculation du Gui sur le poirier m'ont toujours donné des résultats négatifs.« Das ist mit Berücksichtigung meines beschriebenen Versuches sehr verständlich und dessen Ergebnis bestätigend. Vorausgehend hebt er hervor, daß eine 1882 für die Arrondissements d'Avranches et de Mortain veranlaßte Enquête über das Mistelvorkommen nur eine Angabe über Mistel auf Birnbaum wachsend ergab. Dann fährt er fort und sagt: »Au mois de juin 1891, j'ai eu la chance de rencontrer un autre poirier porte-Gui au Mesnil-Thebault (arrondissement de Mortain), dans un verger contenant 1 hectare 20 ares, où les pommiers forment au moins les trois quarts de la plantation. Il y a moins d'un an, presque tous les pommiers de ce verger étaient infectés de Gui. A 1500 *m* de là se trouve une avenue composée de 110 poiriers, plantés il y a environ 70 ans, et parallèlement, dans un champ voisin, une ligne de 80 pommiers datant de la même époque. Tous les pommiers de cette ligne, sans exception portent des touffes du Gui. Malgré un examen attentif, souvent répété, je n'ai pu en découvrir un seule sur les poiriers de l'avenue.«

Mir sind nur wenige sichere Fälle des Vorkommens von Birn-Misteln bekannt geworden. Durch Vermittlung meines gewesenen Schülers, Prof. Dr. Burkh. Jobstmann zu Melk, hat mir Herr Oberlehrer Gibelhauser wiederholt Birn-Misteln aus Niederösterreich besorgt. Über einen Fall, wo der große Mistelbusch ein ganzes Konsortium von Mistelpflanzen war, da sich Misteln auf Misteln als Sekundär-Parasiten entwickelt hatten, habe ich 1907 berichtet.[3] Daß aber auch in Niederösterreich Birn-Misteln selten sind, geht aus dem Begleitschreiben des Herrn Gibelhauser zu Mank hervor, das er der letzten Sendung (XII. 1911) beifügte: »Eine 15 km^2 große Fläche habe ich abgesucht und alle Mistelgattungen angetroffen, nur keine Birn-Mistel.« Der Herr Oberlehrer mobilisierte die Schulkinder und Bauern und endlich wurde im Nachbarorte Kirnberg in einem Bauerngarten ein gut 80jähriger »Honigbirnbaum« entdeckt, der vier Mistelbüsche »Wetternester nennen es hier die Bauern« trug. Aus Tirol meldete mir mein einstiger Schüler, Prof. Kirchmayr in Bozen, einen sichern Fall und sandte mir Fruchtzweige dieser Misteln, die sich durch eine abnorme Fülle von Beeren auszeichneten.[4] Diese Birn-Mistel wurde in Glaning beim Naiferbauern gefunden.

Einzelne Angaben lauten allerdings dahin, daß in manchen Gegenden Birn-Misteln sehr verbreitet sind. Speziell wird von Ch. Guerin auf eine Liste über Mistelvorkommen in der Côte-d'Or hingewiesen, die Gaspard veröffentlicht hat und der zufolge Apfelbaum und Birnbaum fast gleich häufig Träger

---

[1] Natürlich wird die Anzahl der erwachsenden Pflanzen ganz besonders von der Auswahl der Wirtbäume abhängig sein, wie es unsere Tabelle klar veranschaulicht. Alle in derselben verwerteten Versuche wurden so durchgeführt, daß die Versuchsbäumchen unter einer Glasbedachung überwinterten und so das Abschwemmen der ausgelegten Mistelsamen durch Niederschläge vermieden wurde. Dem ist zum Teil wohl der Erfolg, daß nahezu 75% der Keimlinge auf den Apfelbäumchen zu Pflanzen erwuchsen, zuzuschreiben. Immerhin ist es etwas übertrieben, wenn Laurent im erwähnten Kapitel »Essais de culture du Gui« sagt: Nécessairement, il y a dans les semis de Gui une infinité de graines qui ne produiront pas des plantes adultes, surtout si les semis se font dans des conditions très variées de milieu. Dans les essais entrepris par mes amis, à ma demande, j'estime que, jusqu'ici, une graine pour 1000 a pu se développer normalement«.

[2] »Notes sur quelques particularités de l'histoire naturelle du Gui (Viscum album). Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie. 4e sér., 6e Vol., 1892; p. 183 bis 229. Eine darin erwähnte, vorausgegangene Mitteilung« »Expériences sur la germination et l'implantation du Gui«, erschienen im April 1890, konnte ich leider nicht einsehen. Vgl. auch Ch. Guerin, l. c., p. 491.

[3] »Beiträge zur Kenntnis der Mistel« (Naturw. Zeitschr. für Land- und Forstwirtschaft, 5. Jahrg., p. 357 bis 382).

[4] Es handelt sich um eine vermehrte Verzweigung in der Infloreszenz der weiblichen Pflanze, so daß bis zu 16 Beeren in Knäueln zusammengehäuft standen. Analysen der Verhältnisse und photographische Aufnahmen kommen gelegentlich anderwärts zur Veröffentlichung.

der Misteln waren. Es ist zu entnehmen, daß Gaspard brieflich Angaben über das Mistelvorkommen einholte und das Ergebnis in einer Liste veröffentlichte, die bei jedem Wirtbaum die Zahl vermerkte, die ausdrückte, wie oft derselbe als Mistelträger von den Korrespondenten Gaspard's genannt worden war. Ch. Guerin gibt den Anfang dieser Liste wieder.[1] Sie lautet: Pyrus Malus 1100, Pyrus communis 1000, Tilia 150, Crataegus 42, Populus tremula 31[2] etc. Darnach wären 1000 Birnbäume als Träger der Mistel festgestellt worden, beinahe so viele als Apfelbäume, während die Zahl anderer Wirte rasch abfällt. Wie weit die Zuverlässigkeit dieser Tabelle reicht, entzieht sich der Beurteilung, aber wenn auch so manche Verwechslungen vorgekommen sein mögen, wird man schließlich doch annehmen können, daß in dem genannten Gebiet die Birn-Mistel häufig ist oder war. Ch. Guerin führt die Gaspard'schen Angaben als Gegensatz für seine Erfahrungen in den Arondissements d'Avranches und Mortain an und ebenso nennt Laurent gegensätzlich zur Côte-d'Or und besonders der Umgebung von Dijon (nach Gaspard), das Arrondissement Manche, die Normandie und Belgien, wo die Birn-Mistel als »extrèmement rare« bezeichnet wird.

Die Frage, ob die Birn-Mistel tatsächlich in bestimmten Gegenden häufig ist,[3] verdient eine Nachprüfung, weil an solchen Orten vielleicht eine Gewöhnungs-Rasse der Mistel entstanden ist. Mit ihren Beeren könnten Versuche zur Frage der ernährungsphysiologischen Rassen mit einiger Aussicht auf Erfolg vorgenommen werden.

Zu dieser Frage habe ich ja einige einleitende Versuche (1907) mit Birn-Mistelbeeren aus Mank in Niederösterreich durchgeführt und darüber 1911 in der Abhandlung »Experimentelle Beiträge zur Frage nach den Rassen und der Rassenbildung der Mistel«[4] berichtet. In der dort mitgeteilten Versuchsreihe, in der vergleichsweise das Verhalten der Birn-Mistelkeime auf Apfelbaum und Birnbaum zu prüfen beabsichtigt war, wurden von 320 auf vier Birnbäume ausgelegten Mistelsamen auf zwei Bäumen auch Birn-Mistelpflanzen auferzogen, und zwar eine Pflanze auf einem größeren Baume,[5] auf dessen Ästen 50 Samen ausgelegt, und zwei Pflanzen auf dem Hauptstamm eines kleinen Birnbäumchens, dem zehn Mistelsamen angeschmiert worden waren.

Die Resultate dieser Versuche (infolge der nötigen Räumung des alten botanischen Gartens zu Innsbruck konnten sie nicht ohne Störung ablaufen und kein völlig klar abschließendes Ergebnis zeitigen), faßte ich dahin zusammen: 1. Das Keimprozent der Apfel-Mistelsamen war beträchtlich höher als jenes der Birn-Mistelsamen. 2. Auch die Lebensenergie der Apfel-Mistelkeimlinge war stärker als die der Birn-Mistelkeimlinge. 3. Sowohl Birn-Mistel als Apfel-Mistel bevorzugen merklich den Apfelbaum.

Gewissermaßen als Beleg für den unter 3. gegebenen Satz habe ich dann in zwei Bildern gleich alte und gleichzeitig photographisch aufgenommene Mistelpflanzen gegenübergestellt, die beide aus Birn-Mistelsamen erwuchsen, die eine auf einem Birn-, die andere auf einem Apfelbäumchen. Diese Aufnahmen sind in dieser Schrift in den Fig. 1 und 2, Taf. II abermals reproduziert.

Das Folgende wird erweisen, daß die von mir auf den Birnbäumchen erzogenen Pflanzen wieder von einer andern Seite den Kampf, der zwischen Birnbaum und Mistel geführt wird, beleuchten. Die heran-

---

[1] Bei Laurent finde ich die nachstehende Abhandlung Gaspard's zitiert: Mémoire sur le Gui, Journal de Magendie, t. VII, 1827. Ob die Liste in dieser Abhandlung enthalten, ist nicht sicher zu entnehmen. Mir war dieselbe nicht zugänglich.

[2] In der Liste sind die Wirtbäume nur mit den französischen Namen angeführt.

[3] Dafür spricht vielleicht auch Folgendes. Nach dem Erscheinen meiner Mitteilung »Ernährungsphysiologische Rassen der Mistel« im Kosmos (Handweiser für Naturfreunde, Stuttgart 1913, H. 2.), worin ich auch über die Giftwirkung der Mistelkeime auf Birnbäume kurz berichtete, ging der Redaktion ein Schreiben — wenn ich nicht irre — aus Luxenburg zu, in dem ungefähr gesagt war, der Schreiber sei erstaunt über den Ausspruch, daß der Birnbaum selten Träger der Mistel sein solle, er habe gerade den Birnbaum als häufigsten Träger der Mistel angesehen und nannte seinen Heimatsort, wo er diese Beobachtung gemacht hat. Die Redaktion war so freundlich, mir den Brief einzusenden und ich beabsichtigte, mich mit dem Verfasser in Verkehr zu setzen. Die Sache verzögerte sich und nun kann ich leider den Brief nicht mehr auffinden.

[4] Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde etc., 31. Bd., 1911, p. 274,

[5] 310 Samen waren auf die Äste älterer Birnbäume ausgelegt.

gezogenen Bilder zeigen deutlich, daß sich schon bei den jungen Pflanzen (aufgenommen den 10. März 1911) eine bedeutend kräftigere Entwicklung der Mistel auf den Apfelbaum erkennen ließ. Das blieb auch dauernd so [1] und den später immer größeren Gegensatz zeigt deutlich die in den Figuren 3 und 4, Taf. II wiedergegebene Aufnahme beider Mistelpflanzen vom 10. April 1913. Die Birn-Mistel gedeiht auf dem Apfelbaum in größter Üppigkeit, während sie auf dem Birnbaum sichtlich kümmert. Die Sache ist aber noch von einer andern Seite, die engeren Zusammenhang mit dem Gegenstand dieser Abhandlung hat, von besonderem Interesse. Dem aufmerksamen Beschauer der Fig. 3 wird an dem Stamme des Birnbäumchens, umkreisend die Basis der Mistelpflanze, eine Zone auffallen, ganz ähnlich derjenigen, die wir schon an andern Birnbäumen als Umgrenzungen der krebsigen Degeneration der Rinde unter Keimlingen hervorgehoben und bildlich dargestellt haben (vgl. Fig. 6, Taf. I).

Dies erweist, daß auch dann, wenn ein Aufkommen von Mistelpflanzen auf Birnbäumen stattgefunden hat, von diesen offenbar doch in vielen Fällen und früher oder später ähnliche Abwehrmaßregeln ergriffen werden und zur Ausmerzung des Parasiten führen, wie sie bei stärker gegen das Mistelgift empfindlichen Rassen schon gegenüber den Keimlingen zur Anwendung gelangen. Im Frühlinge 1914 lebte die in Fig. 3 abgebildete Mistel noch; sie hatte sich dem Vorjahr gegenüber sogar scheinbar etwas gekräftigt. Aber auch der Wirt hat seine Abwehr verstärkt und siegreich durchgeführt, anfangs Mai starb die Mistelpflanze ab. Fig. 5, Taf. II führt die welke, gelb verfärbte Pflanze nach dem Absterben vor. Das Bild läßt deutlich erkennen, daß sich die krebsige Alteration am Hauptstamme gegen das Vorjahr merklich verstärkt hat und sich auf den Seitenast weitererstreckt.

Dasselbe Schicksal ereilte aber schon ein Jahr früher die zweite Mistelpflanze, die auf dem gleichen Birnbaum erwachsen war. Dieser Mistelbusch war aus den Adventivknospen einer Haftscheibe hervorgegangen, während die Plumula des Keimes abgestorben war. Die Infektionsstelle am Birnbaum war hypertrophisch verdickt und sie und die hervorbrechenden Adventivknospen wurden ebenfalls an zitierter Stelle nach photographischer Aufnahme schon bildlich vorgeführt. In Fig. 6, Taf. II ist dieses Bild nochmals wiedergegeben. Die relativ kräftige, später hier erstandene Mistelpflanze starb unter gleichen Erscheinungen ab, wie sie in den Bildern Fig. 3 und 5, Taf. II, für die erst besprochene erkennbar sind. Bemerkenswert aber ist es, daß nach dem Absterben der Pflanze die krebsige Alteration am Birnstamm 1914 noch viel auffälliger geworden war und sich auf einen weiteren Bezirk erstreckte. Dies belegt die anfangs Mai 1914 gemachte Aufnahme (Fig. 7, Taf. II), in der rechts der Stumpf der zugrunde gegangenen Mistel sichtbar ist. Auch in diesen Fällen ist der schädigende Einfluß auf den Wirt von längerer Dauer, wie wir es auch bei den Wirkungen der Mistelkeimlinge auf empfindliche Birn-Rassen zu verfolgen Gelegenheit hatten. Der Baum zeigte 1915 keine weiteren Krankheitserscheinungen und erscheint 1916 sehr gekräftigt. Die abgestorbene Mistel ist ausgefallen und auch alle abgetötete Rinde — wohl so weit reichend als die Rindenwurzeln des Parasiten ausgewachsen waren — wurde abgestoßen, so daß der Holzkörper bloßliegt. Die Wunde hat eine Ausdehnung von etwa 12 *cm* Länge am Hauptstamm und 5 *cm* Länge an dem oberhalb der Mistel abgezweigten Aste. An der breitesten Stelle liegt der Holzkörper 2·5 *cm* weit frei. Kallus beginnt von allen Seiten her die Überwallung. Da ich die Sache für nicht uninteressant halte, ließ ich die Wundstelle am 9. April 1916 aufnehmen und gibt Fig. 1, Taf. IV das Bild wieder.

Die dritte auf einem Birnbaum zur Weiterentwicklung gelangte Mistel wurde bald nach Entfaltung der Sproßknospe abgenommen. Eine photographische Aufnahme wurde von ihr deshalb gemacht, weil dadurch, daß das erste Laubblattpaar mit den Spitzen in den eingetrockneten Resten des Samens stecken blieb, der Eindruck hervorgerufen wurde, es seien dies die Keimblätter. [2] Tatsächlich verbleiben die

[1] Die beiden Bäumchen kamen in die »biologischen Gruppen« des neuen botanischen Gartens zu Innsbruck und die Mistelpflanzen wurden Jahr für Jahr beobachtet.

[2] Tatsächlich begegnet man in der Literatur mehrfach diesem Irrtum, so auch in dem Artikel von G. Capelle »Botanische Beobachtungen an verschiedenen Pflanzen«, (Allg. bot. Zeitschr. für Systematik, Floristik, Pflanzengeographie etc., 21. Jahrg., 1915, p. 123.

Keimblätter der Mistel stets, sich vom Stämmchen ablösend, im Samenrest und waren auch in diesem Falle ihre Narben in dekussierter Stellung mit dem Laubblattpaar nachweisbar. Zur Ausfüllung einer Lücke in Taf. I ist eine Seitenansicht dieses Keimpflänzchens in Fig. 7 mit aufgenommen worden.[1]

Wie vorausgehend erwähnt (p. 2 [502]), hat Laurent jene Mistelrassen, die sich durch Abwurfprozesse der Mistelkeime entledigen, als immun bezeichnet. Wenn es nun auch richtig ist, daß infolge dieser Prozesse solche Rassen keine Mistelpflanzen aufkommen lassen — mag es sich nun um das Abwerfen ganzer absterbender Zweige, oder nur um Borkenschuppen handeln, die durch krebsige Alterationen in der Rinde entstehen — so scheint doch die Bezeichnung »immun« hier nicht am Platze zu sein. Denn das Mistelgift bringt, wie wir sahen, an diesen Rassen so starke Wirkungen hervor, daß von einer Immunität gegen dasselbe nicht gut gesprochen werden kann. Die krebsigen Deformationen können durch Jahre verfolgt werden und führen zu mehr oder minder krüppeliger Gestaltung des Baumes und das Abwerfen trifft öfters ganze Sproßsysteme. Es wird also ein akuter Krankheitsprozeß von der Pflanze durchgemacht, der durch das Mistelgift veranlaßt worden ist. Ich möchte daher diese Abwehr gegen Mistelbefall lieber als falsche, unechte Immunität bezeichnen.

Hingegen scheinen einzelne Birnrassen auch wahre, echte Immunität (natürliche Immunität oder Resistenz im Sinne der Mediziner)[2] gegen das Mistelgift zu besitzen; das heißt: ohne daß an ihnen ein wesentlicher Erkrankungsvorgang bemerkbar wird, scheinen sie auf die Mistelkeime derart zu wirken, daß diese frühzeitig absterben. Hieher würden aus unserer Versuchsreihe die Sorten: Gellert's Butterbirn, Hardenpont's Butterbirn und besonders Bergamotte Crassane gehören. Zwischen die Extreme fallen erklärlicher Weise verbindende Zwischenglieder.

Eine besondere Stellung nimmt wieder jene unbestimmte Birnsorte ein, auf der ich zwei Mistelpflanzen aufzog. Zunächst keine Giftwirkungen und keine Reaktionen; erst nach Jahren treten solche auf und führen zum Zugrundegehen der Mistelpflanzen. Dabei sind die Abwehrmaßregeln offenbar die gleichen, die bei empfindlichen Birnrassen schon gegenüber den Keimlingen zur Anwendung gebracht werden.

Man wird für diese wechselnden Verhältnisse kaum eine andere Deutung zu finden wissen, als daß hier Toxine und Antitoxine eine Rolle spielen. Von den Transplantationen her ist es bekannt, wie artfremde Gewebe toxisch aufeinander wirken. Der eindringende Parasit ist ja nun in der Regel[3] artfremdes Gewebe und so ist es erklärlich, daß dabei ein mehr oder weniger heftiger Kampf entbrennt.

Die Berechtigung zur Annahme von Toxinen und Antitoxinen erscheint nicht nur deshalb nicht zu gewagt, weil sich die Grundeigenschaften des Protoplasmas sowohl tierischer als pflanzlicher Organismen immer mehr als übereinstimmend erkennen ließen, sondern auch weil uns vielmehr schon positive Tatsachen eine weitere Stütze an die Hand geben. Wir haben nur daran zu erinnern, wie sich auch im Pflanzenreich eine Serum-Diagnostik anwenden läßt und schon zu recht lehrreichen und praktisch verwendbaren Erfolgen geführt hat.[4]

Wir werden Stoffe, die als Antigene zu wirken vermögen, als dem Protoplasma jeder Zelle eigen annehmen dürfen und damit auch das Vermögen, Antikörper zu bilden. Wenn wir davon absehen, daß uns diese Begriffe zunächst für bakterielle toxische Substanzen als Reaktionen geläufig sind, aber auf die wichtige Tatsache verweisen, daß auch pflanzliche Gifte im Tierkörper die Bildung von Antigenen

---

[1] Der Keimling ging aus einem im Herbste 1907 ausgelegten Samen hervor; die photographische Aufnahme erfolgte Ende April 1911. Der Birnbaum fiel der angeordneten Räumung des alten botanischen Gartens zum Opfer.

[2] Vgl. »Handbuch der pathogenen Mikroorganismen«, p. 943.

[3] Es ist bekannt, daß Parasit auf Parasit häufig gedeiht. Von den grünen Halbschmarotzern parasitieren oft Artgenossen auf Artgenossen; die stärkeren Individuen können auf Kosten der schwächeren ihren Lebenslauf vollenden. Misteln auf Misteln sind keine Seltenheit, ebenso kommt *Viscum album* auf *Loranthus europaeus* vor etc.

[4] Vgl. Kurt Gohlke: »Die Brauchbarkeit der Serum-Diagnostik für den Nachweis zweifelhafter Verwandschaftsverhältnisse im Pflanzenreiche«, Stuttgart und Berlin, Fr. Grub's Verlag, 1913. Hier auch eine Zusammenfassung der einschlägigen Literatur.

(Phytotoxinen)[1] auslösen, gewinnt wohl die Anschauung viel Wahrscheinlichkeit, daß solches Vermögen auch Pflanzen zukommen kann.[2]

Das verschiedene Verhalten der Birnrassen gegen den Mistelbefall können wir uns etwa so erklären: Rassen, die immun sind und fast ohne Reaktion die Mistelkeime zum Absterben bringen, sind von vornherein reich an einem Antigen gegen das Mistelgift, das raschestens zur Entstehung von Antikörpern führt. Rassen, die starke Reaktionen gegen Mistelkeime aufweisen, bilden die Antitoxine (Antikörper) erst nach und nach. Junge Organe (Knospen) und stärker mit Mistelkeimen besetzte einjährige Triebe erliegen dem Mistelgift. In älteren Teilen tritt, vielfach unter Einwirkung der Antitoxine als Reiz, die Abwehr durch Unterfahrung der erkrankten Gewebe mittels Korkes ein. Auch an älteren Sprossen kann sich die Giftwirkung aber selbst auf den Holzkörper ausdehnen und dann auch das Absterben ganzer Sproßsysteme zur Folge haben.

Andere Rassen, wie die, auf der ich 2 Mistelpflanzen aufzog, die erst im 6. und 7. Jahre vom Wirte ausgemerzt wurden, vermögen Antitoxin erst nach Jahren in ausreichendem Maße zu bilden und wieder andere, auf denen auch alte Mistelbüsche erwachsen,[3] scheinen der Antitoxinbildung gar nicht fähig zu sein, aber auch durch das Misteltoxin nicht viel angegriffen zu werden. Hieher dürfte vor allem ein Teil der sogenannten Mostbirnen gehören. Diese Rassen wären als nicht immun zu bezeichnen.

Die Auffassung, daß Antitoxine beim Kampf zwischen Birne und Mistel im Spiele sind, gewinnt vielleicht eine weitere Stütze durch die von mir durchgeführten Versuche. Diese scheinen zu erweisen, daß eine ursprünglich gegen Mistelgift sehr empfindliche Rasse nach einmaliger Infektion, die mit sehr starken Reaktionen verknüpft war, bei zweiter und dritter Infektion mit Mistelkeimen nur mehr Spuren von Reaktionen zeigt und so zu sagen immun gemacht erscheint.

V. Unecht immune Bäume erlangen durch das Überstehen einer ersten Infektion Immunität gegen das Mistelgift, werden aktiv immunisiert.

Bei den nunmehr zu schildernden Versuchen wurde ein Birnbäumchen verwendet, das auf die im November 1910 vollzogene Aussaat von 30 Mistelsamen im Frühjahr 1911 die einjährigen Triebe abgestorben, den zweijährigen Hauptstamm aber mit starken krebsigen Stellen bedeckt zeigte. Der obere Teil dieses Hauptstammes wurde abgeschnitten und von ihm stammen die Bilder 1 und 2 auf Taf. I, die bereits vorher erläutert wurden. Der stehen gebliebene Rest des Hauptstammes trieb 1912 mehrere gesunde Triebe, die am 12. November zum Teil neuerlich mit Mistelsamen belegt wurden. Dabei war aber das Ziel des Versuches noch nicht mit der Immunisierung verknüpft. Zu dieser Frage, sowie auch zur Anstellung

---

[1] »Die pflanzlichen Antigene unterscheiden sich von den bisher behandelten bakteriellen chemisch in keiner grundsätzlichen Weise und wir haben es auch hier wohl stets mit nativen Eiweißkörpern oder deren Spaltungsprodukten zu tun« (Dr. Ernst Pick in »Biochemie der Antigene etc.«, p. 792, im zitierten »Handbuch der pathogenen Mikroorganismen« von Dr. W. Kolle und Dr. A. v. Wassermann).

[2] Daß Parasiten in gewissen Fällen die Bildung von Antitoxinen veranlassen und dadurch bei der Wirtpflanze Immunität hervorrufen, nimmt auch Neger (Biologie der Pflanzen auf experimenteller Grundlage, Stuttgart 1913, p. 559) an. Er führt auf solche Ursache die weitreichende Immunität der Zirbelkiefer gegenüber dem Weymouthskiefernblasenrost und die Immunität der amerikanischen Eichen gegen den Eichenmehltau (eine aus Nordamerika eingeschleppte *Microsphaera*-Art, die in den letzten Jahren unsere einheimischen Eichen so sehr geschädigt hat) zurück.

v. Tubeuf (»Neuere Versuche und Beobachtungen über den Blasenrost der Weymouthskiefer, «Naturwissensehaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft, 1914. p. 484) lehnt die Deutung Negers allerdings ab; für ihn ist nur die Disposition des Wirtes das für den Befall Entscheidende.

[3] In der Sammlung des Innsbrucker Institutes findet sieh eine aus Niederösterreich stammende Birnmistelpflanze, deren Hauptachse am Grunde einen Umfang von 15 *cm* hat.

eines erweitert und exakter durchgeführten späteren Versuches, gaben die bei dieser Infektion beobachteten Tatsachen Anlaß.

Bei dem Versuche 1912 wurden lediglich drei einjährige Triebe des Bäumchens mit 10, mit 5 und mit 2 Samen der Apfel Mistel belegt, während andere solche Triebe keine Belegung erfuhren. Beabsichtigt war, einen sprechenden Gegensatz zwischen einem durch stärkeren Belag erkrankten Aste und einem intakten zu erhalten und zu erfahren, wie weit die Schäden, verursacht durch nur wenige Keime (5 und 2), reichen. Dieses Ziel wurde nun allerdings nicht erreicht, denn Reaktionen auf die Mistelkeime traten minimal hervor; es drängte sich unmittelbar der Gedanke auf, der Baum sei durch die erste Infektion immunisiert worden.

Die Beobachtung im Jahre 1913 zeigte im Genaueren Nachstehendes:

Bei der Prüfung am 23. Mai waren am Zweige, der mit 10 Samen belegt war, 8 mit 16 Keimen vorhanden, am Aste mit 5 Samen 3 Samen mit 5 Keimen, an dem mit 2 Samen belegten ein Same mit 2 Keimen. Das Bäumchen war über Winter ohne Deckung, durch Niederschläge waren 5 Samen abgeschwemmt worden; bei der geringen Zahl von 17 angesetzten Samen immerhin ein starker Abgang. Doch waren an einem Aste noch 8 Samen mit 16 Keimen vorhanden.

Am 11. Juni konnte nur bei dem am jüngsten Teile des Sprosses angebrachten Samen eine deutliche örtliche Reaktion erkannt werden.

Am 19. September lebten nur mehr 3 Mistelkeime. Der oberste Same, der die eben erwähnte deutlich erkennbare Reaktion bewirkt hatte, war samt seinen Keimen abgestorben. Eine wenig deutliche Wirkung war noch bei einem zweiten Keime feststellbar. An den übrigen Zweigen konnte keine erkannt werden.

Der mit 10 Samen belegte Sproß wurde mit den andern am Baume belassen, da bei der ersten Infektion, die durch die Mistelkeime hervorgerufenen krebsigen Stellen im zweiten Jahre noch viel auffälliger hervortraten als im ersten Jahre. Am 22. Mai 1914 wurde der Sproß abgeschnitten und durchmustert. Es konnten 3 Stellen nachgewiesen werden, an denen unbedeutende Reaktionen erkennbar waren, doch von einer Verstärkung gegen das Vorjahr war nichts zu bemerken. Diese 3 Stellen sind an den Aststücken in Fig. 8, Taf. I, zu sehen. Am deutlichsten sind die Verhältnisse am mittleren Stück zu verfolgen, wo beide eingetrocknete Mistelkeime noch aufsitzen und die lokale Reaktion unter der Haftscheibe des linken Keimlings gut hervortritt. Ein Vergleich mit Fig. 2 läßt aber klar den Unterschied zwischen der Wirkung der Mistelkeime bei der ersten Infektion und der zweiten beobachten und die Geringfügigkeit der Wirkung der zweiten hervortreten.

Die geschilderten Wahrnehmungen während des Sommers 1913 gaben Anlaß, im Herbste einen erweiterten Versuch, diesmal schon auf die Frage der Immunisierung abzielend, einzuleiten. Verwendet wurde der gleiche Birnbaum wie in der Periode 1912/13 und zumeist einjährige Triebe. Zum Vergleich wurde zu jedem mit Mistelsamen belegten Aste ein nebenstehender, womöglich gleich starker, nicht belegter, mit Marke versehen. (Bei geringer Differenz in der Stärke wurde der kräftigere Ast infiziert.) Das Belegen erfolgte am 19./XII. 1913 mit Lindenmistelsamen. Die Versuchsreihe hatte folgende Zusammenstellung:

Ast I belegt mit 10 Samen, knapp unterhalb der Augen (I, unbelegt).

Ast II belegt mit 10 Samen knapp oberhalb der Augen (II, unbelegt).

Ast III belegt mit 10 Samen inmitten der Internodien (III, unbelegt).

Ast IV belegt mit 5 Samen mitten in den Internodien (IV, unbelegt).

Endlich wurden an den stärksten, etwa 3-jährigen Trieb (Ast V) 10 Samen mitten in den Internodien ausgelegt.

Zur möglichsten Vermeidung von Verschwemmung der Samen durch Niederschläge wurde über dem Bäumchen ein Glasdach auf 4 Pfosten angebracht, das erst im Frühjahr entfernt wurde.

Das Auslegen der Samen unter und über den Augen (Ast I und II) wurde mit Rücksicht darauf vorgenommen, daß, wie aus dem Vorangehenden ersehen werden kann, mehrfache Beobachtungen zeigten, daß Knospen, neben denen ein Mistelsame keimte, nicht austrieben oder kümmerten. Indessen wurde das Haften der Samen am gewählten Orte nicht erzielt, da bei großer Luftfeuchtigkeit der Schleim flüssig wird und die Samen sich verschieben. Das war speziell bei Auslage unterhalb der Knospen (Ast I) der Fall, wo bei den Revisionen die Samen zumeist ± mitten in den Internodien gefunden wurden; an Ort und Stelle blieben die oberhalb der Knospen angelegten Samen (Ast II).

Bei der ersten Durchsicht am 20. Mai 1914 wurden gefunden:

Auf Ast I 8 gekeimte Samen.

Auf Ast II alle 10 Samen gekeimt.

Auf Ast III 9 Samen, davon 2 eingetrocknet, 7 gekeimt.

Auf Ast IV 4 gekeimte Samen.

Auf Ast V 9 gekeimte Samen.

Von den 45 ausgelegten Samen waren also während des Winters nur 5 verloren gegangen. Durch die Keimlinge hervorgerufene Erscheinungen waren zu dieser Zeit nicht zu beobachten. Bei Ast II war das Auge neben dem obersten ausgelegten Samen vertrocknet, was ja möglicherweise auf Einwirkung des Keimlings zurückzuführen ist; immerhin ist das fraglich, da ja die Erscheinung ganz vereinzelt blieb. Die übrigen 9 Knospen an dem Sprosse, neben denen ebenfalls Mistelkeime sich entwickelt hatten, waren normal ausgewachsen.

Die nächste Durchsicht erfolgte am 25. Juni. An den Ästen I bis IV wurden noch keine durch das Mistelgift hervorgerufenen Erscheinungen beobachtet. Spuren einer solchen fanden sich bei 3 Samen, respektive deren Keimlingen an Ast V, unterhalb der Haftscheiben. Einige Samen, respektive Keimlinge, waren abgefallen. Vorhanden waren noch auf: Ast I 7, Ast II 9 (davon einer abgestorben), Ast III 8 (nur 6 lebend), Ast IV 4, Ast V 9.

Bei der dritten Durchsicht am 12. August wurden schon fast alle Keimlinge abgestorben vorgefunden, nur auf Ast IV und V war noch je ein Keim nicht völlig tot. Reaktionen wurden zumeist gar keine beobachtet oder so geringe, daß sie gleich 0 gesetzt werden konnten. Unter einigen wenigen Haftscheiben waren deutliche aber wenig umfangreiche Alterationen zu sehen. So blieb auch der Befund am 25./IX., wo kein Keimling mehr lebte. Es ist vielleicht nicht ohne Bedeutung und es mag darauf hingewiesen sein, daß sich das Absterben der Mistelkeime nach der zweiten Infektion langsamer vollzog als nach der dritten. Es könnte darin der Ausdruck einer Verstärkung der Immunität durch die wiederholte Infektion erblickt werden. Von den 17 bei der zweiten Infektion ausgelegten Samen lebten am 19. September des folgenden Jahres noch drei Keime, von den 45 Samen der dritten Infektion schon am 12. August nur zwei. Am 25./IX. wurde kein lebender Keim nachgewiesen.

Der Ast I wurde abgeschnitten; bei zwei Keimlingen waren geringe Einwirkungen des Mistelgiftes unter den Haftscheiben wahrnehmbar. Die Fig. 3, Taf. III (gezeichnet am 26./IX. 1914) gibt davon für einen der Keimlinge ein Bild (nat. Gr.). Man sieht das eingeschrumpfte Hypokotyl und die Haftscheibe des nach links ausgetretenen Keimes. Die Haftscheibe liegt einer kleinen runden Borkenschuppe auf, die aus geschrumpftem, durch Kork von der Ernährung abgeschlossenem Gewebe hervorgegangen ist und sich von der übrigen Rinde abgehoben hat. Diese ist durch eine seichte Vertiefung, in welcher Periderm zutage tritt, von der Borkenschuppe getrennt. Die übrigen Äste, die einzelne ähnliche Reaktionen aufweisen, wurden am Stamme belassen, um zu sehen, ob sich im Frühjahr 1915 stärkere Reaktionen einstellen. Wahrscheinlich erschien dies nicht. Es war zu erwarten, daß sich da dasselbe Verhalten zeigen werde, wie bei dem Ast, von dem Reaktionsstellen nach der zweiten Infektion in Fig. 8, Taf. I abgebildet sind und wie eine solche besonders am mittleren Stück hervortritt. Es kommt zu einer Verbreiterung der an der Reaktion beteiligten Partie infolge des einsetzenden Dickenwachstums, wobei aber das ursprüngliche Bild an Schärfe verliert.[1]

[1] In der Tat war 1915 von einer Verstärkung der Reaktionen nichts zu sehen. Wo Spuren einer Reaktion erkennbar waren, glichen sie den in Fig. 3, Taf. I, abgebildeten.

Die Ergebnisse dieses Versuches sprechen nun in der Tat dafür, daß unser Birnbaum durch Überdauern der durch die erste Infektion mit der Mistel hervorgerufenen Erkrankung giftfest gegen das Toxin der Mistel und zugleich gegen Mistelbefall immunisiert worden sei; aktiv immunisiert im Sinne der Mediziner.[1]

Die mit Mistelkeimen, versehenen zum Teil ohne Erscheinungen bleibenden, zum Teil deutliche aber kleine Reaktionen aufweisenden Stellen erinnern in der Tat an die Vorgänge bei einer Impfung gegen die schwarzen Blattern, wo die Impfungen bei Wiederholung ebenfalls fast ohne oder mit kleinerer oder größerer lokaler Reaktion verlaufen.

Man könnte gegen die vorgetragene Anschauung einwenden, daß die Erstarkung der Pflanze, die zwischen der ersten und den späteren Infektionen liegt, wesentlich am negativen Ergebnis der zweiten und dritten Infektion mitbeteiligt sei. Doch muß ich sagen, daß ich dem nicht vollends beipflichten könnte, wennschon das Alter der Zweige und Pflanzen auf die Widerstandsfähigkeit gegen das Mistelgift teilweise auch von Bedeutung sein wird. Doch brauche ich nur darauf hinzuweisen, daß in der besonderen Versuchsreihe, die der Giftwirkung auf Birnbäumen gewidmet war, schon ältere drei- und vierjährige Pflanzen verwendet wurden und doch bei einzelnen die Giftwirkungen sehr hervortretende und nachhaltige waren. So sei auf die starken Giftwirkungen hingewiesen, die am Hauptstamm der in Fig. 3, Taf. I abgebildeten Wildbirne auftraten, bei der ferner 1914 der ganze reich verzweigte Gipfel als Nachwirkung der Infektion abstarb (Fig. 1, Taf. III); desgleichen auf ähnliche starke Reaktionen bei einer der verwendeten Speckbirnen (Fig. 4, Taf. I) und auf die zwar bedeutend schwächeren bei der zweiten (Fig. 5 u. 6, Taf. I), wo aber immerhin, wenn auch örtlich beschränkt, sehr merkliche Erscheinungen auftraten.

Viel Wahrscheinlichkeit, daß eine Immunisierung bei Birnen durch Infektion mit Misteln erzielt werden kann, liegt zweifelsohne vor. Aber ebenso wenig soll geleugnet werden, daß noch weitere bestätigende Versuche wünschenswert erscheinen. So wäre noch zu prüfen (und soll geprüft werden) ob die Wildbirne und Speckbirne, die in der besprochenen Versuchsreihe durch die erste Infektion sich als schwer geschädigt erwiesen, bei einer neuerlichen Infektion ebenfalls als widerstandsfähig befunden werden. Ferner knüpfen sich andere Fragen an, falls die letzteren Versuche zu einer Bestätigung des Giftfestwerdens durch Infektion führen. So die, wie stark die erste Infektion sein muß, oder anders gesagt, wie viele ausgelegte Mistelkeime zum Erreichen der Immunität nötig sind; ebenso wäre zu prüfen, wie lange die durch eine Infektion erzielte Immunität anhält, ob sie nach Ablauf einer Anzahl von Jahren erlischt und durch eine neue Infektion wieder zu erreichen ist? Es wird weiters von Interesse sein, zu prüfen, wie sich ältere Bäume verhalten, wie eine erste Infektion auf jüngere Äste solcher Bäume wirkt, ob im zugehörigen Verzweigungssystem allenfalls Immunität eintritt und wie weit sie sich in der Krone des Baumes erstreckt. Eine Menge von Fragen, die so viele und jahrelange Versuche erheischen, daß ich nicht hoffen darf, sie zu lösen, zu denen aber diese Mitteilung Anregung geben möge.

VI. Weitere Versuche zur Immunisierungsfrage.

Das bisher Mitgeteilte schrieb ich im Herbste 1914. Da die Veröffentlichung der Abhandlung unterblieb, schließe ich nun nach Jahresfrist noch die inzwischen erlangten Ergebnisse neuer Versuche an. Sie beziehen sich vor allem auf die voranstehend erwähnten Objekte, die ich als solche bezeichnete, die zunächst auf ihre Immunität zu prüfen wären.

1. Die Wildbirne, 2. die Speckbirne, die unter der ersten Infektion so stark gelitten hatte. 3. wurden die Versuche ausgedehnt auf den p. 10 [510] und folgend besprochenen Birnbaum, auf dem zunächst 2 Mistelpflanzen aufgezogen und Giftwirkungen vorerst nicht bemerkt wurden, der aber nach einigen

[1] Vgl. Pick, a. a. O., p. 911.

Jahren solche in ähnlicher Weise hervortreten ließ, wie sie sonst durch Mistelkeimlinge bewirkt werden. Es wurde vorausgehend geschildert, wie im Gefolge dieser Giftwirkung die Ausmerzung der beiden Mistelpflanzen erfolgte (vgl. die Bilder 1, 3, 5 und 6 und 7, Taf. II).

Alle Versuche wurden am 11. November 1914 mit frisch geernteten Mistelsamen eingeleitet.

I. Die Wildbirne. Der Baum, der seinen Gipfel eingebüßt hatte, zeigte sich darunter gesund und kräftig. 3 Zweige wurden mit je 10 Beeren belegt, so, daß auch auf den jüngsten, im Jahre 1914 zugewachsenen Teilen, einige Samen saßen. 2 Äste (I, II) wurden mit Apfel-, 1 Ast (III) mit Kiefern-Mistelsamen belegt.[1]

Eine Bedeckung über Winter war nicht vorhanden; wenn das Auslegen der Samen bei sonnigem trockenem Wetter geschieht, befestigen sie sich zumeist gut an der Unterlage und werden durch die Niederschläge nicht abgeschwemmt Tatsächlich waren bei der ersten Untersuchung am 12. April 1915 auf den Ästen 9, 10 und 10 Samen vorhanden.

Revisionen folgten dann am 13. V., 21. VII. und 23. IX. Reaktionen wurden nicht bemerkt. Bei der letzten Untersuchung lebten auf Ast I noch 3, auf Ast II und III noch je 1 Keim. Nach den bisherigen Erfahrungen kann gesagt werden, daß ein Hervortreten von Giftwirkungen an diesem Baume sicher nicht mehr zu erwarten ist; er scheint durch das Überstehen der ersten Infektion nun tatsächlich immunisiert zu sein.[2] Hervorhebenswert ist besonders, daß auch an den jüngsten Zweigstücken, die jetzt, im Herbste 1915, nur einen Durchmesser von 7*mm* haben, keine Spur einer Reaktion auf die ausgelegten Mistelsamen zu finden ist.

II. Die Speckbirne. Hier ist mit Bezug auf das Ergebnis der Vermerk von Wichtigkeit, der im Herbste 1914, gelegentlich des Auslegens der Mistelsamen, gebucht wurde: »Der stark geschädigte Baum hat auch jetzt nur wenige und schwache gesunde Triebe«.

Belegt wurden 3 Äste, I mit 10, II mit 5 Samen der Apfel-Mistel, III mit 5 Samen der Kiefern-Mistel. Die erste Revision am 12./IV. 1915 ergab, daß an I und II alle, an III nur 3 Samen vorhanden waren. Schon zu dieser Zeit war es aber klar, daß dieser Baum noch nicht immunisiert war. Für Ast I wurde da notiert: »Ast stark krank, wird sicherlich absterben; Peridermschuppen lösen sich an den meisten Stellen, wo Mistelsamen — teils ungekeimte, teils gekeimte — sitzen, doch erstrecken sich die gleichen Erscheinungen auch auf Orte, wo keine Samen liegen. Am Aste befindet sich eine einzige austreibende Knospe.« Am Aste II war gegenüber I wenig von Krankheitserscheinungen zu finden; als solche kann man das Vertrocknen von 4 Knospen allenfalls ansehen; bei zweien von diesen klebten in der Nähe Mistelsamen dem Aste an. Auf dem Aste III fand sich eine Stelle mit Peridermablösung; ob hier vordem ein Mistelsame gelegen (2 fehlten, wie erwähnt) ist nicht sicher, obschon nicht unwahrscheinlich.

Bei der zweiten Untersuchung des Baumes, am 26. Mai 1915, erwiesen sich die Erscheinungen am Aste I verstärkt. Alle Mistelsamen waren nun ausgekeimt, die Mehrzahl mit 2 Embryonen. Am oberen Teil des Sprosses, der im Eintrocknen begriffen war, saßen 5 Samen. Mitten im Aste stand die einzige Knospe, die ausgetrieben hatte: an unter ihr gelegenen Teilen fanden sich große krebsige

---

[1] Bekanntlich sind 3 Gewöhnungsrassen der Mistel zu unterscheiden, Laubholz-Mistel, Tannen-Mistel und Kiefern-Mistel. Erstere geht nicht auf Nadelhölzer über, umgekehrt Kiefern-Mistel nicht auf Tannen und Laubhölzer. Hunderte von Aussaaten haben dies bestätigt; die ausgedehntesten Versuchsreihen habe ich noch nicht veröffentlicht. Dabei ist es mir aufgefallen, wie rasch relativ die Keimlinge von Laubholzmisteln auf Nadelhölzern eingingen. Das Belegen des Astes III mit Kiefern-Misteln wurde in der Absicht vorgenommen, zu sehen, ob auch in diesem Falle sich ein merklich schnelleres Absterben der Keime der Kiefern-Mistel auf dem gewiß nicht zugänglichen Wirte einstellen würde. Eine solche Verschiedenheit kam nun nicht zum Ausdruck. Allerdings ist der Birnbaum, auf dem die Mistelkeime überhaupt sehr selten Fuß fassen können, für diese Frage kein günstig gewähltes Vergleichsobjekt. Der Versuch ist aber auch schon mit anderen Laubhölzern durchgeführt worden und die Ergebnisse kommen gelegentlich zur Veröffentlichung.

[2] Am 29. III. 1916 lebte nur auf Ast I noch ein Keim. Die oben geäußerte Erwartung trifft zu; von Reaktionen war keine Spur zu entdecken.

Partien, an denen Peridermablösung erfolgt war (vgl. Fig. 4, Taf. III). Diese Erscheinungen waren aber nicht gerade unter den Mistelkeimen am stärksten. Der Sproß wurde abgeschnitten. Über die anatomischen Verhältnisse, die seine Untersuchung ergab, berichtet ein folgender Abschnitt.

Der Ast II machte, abgesehen vom Unterbleiben des Austriebes seitens fünfer Knospen, den Eindruck, gesund zu sein. Krebsige Stellen fehlten. Auf einer der nicht ausgetriebenen Knospen saß ein Mistelkeim, ein zweiter neben einer solchen. Bei den drei übrigen toten Knospen fehlten Mistelkeime.

Am 21./VII. waren an Ast II die Mistelkeime, bis auf den der toten Knospe aufsitzenden, abgestorben. Dieser lebte noch am 23./IX., ließ aber baldiges Absterben voraussehen. Der ursprünglich gegenüber I schwächere, vor allem kürzere und deshalb nur mit 5 Beeren belegte Ast II schien einigermaßen gegen das Mistelgift immunisiert zu sein.

Der Ast III trug bei der 2. Revision (26./V.) einen eingetrockneten Mistelsamen und zwei mit lebenden Keimen. Unmittelbar unter diesen war keine Giftwirkung vorhanden, obwohl sich an drei Stellen krebsige Alterationen zeigten. Befund am 21./VII. wesentlich gleich. Am 23./IX. lebten die 2 Samen mit Keimen noch, einer am Grunde eines gesunden Zweigleins sitzend, der andere oberhalb einer krebsigen Stelle, in deren Mitte sich eine abgestorbene Knospe befand.

Der Speckbirnbaum erwies sich somit als nicht immun, aber ich gewann den Eindruck, als ob die beobachteten Alterationen nur zum Teil als Wirkungen der zweiten Infektion aufzufassen seien, zum Teil aber noch als Nachwirkungen der ersten. Der Baum hatte solche, ähnlich wie die Wildbirne, 1914 noch in weitreichender Weise gezeigt; bei der Wildbirne erreichten sie aber 1914 ihren Abschluß, während sie bei der Speckbirne fortgedauert zu haben scheinen. Der Ast I, der abgestorben wäre und besonders stark erkrankt war, stand noch mit kranken Partien des Hauptstammes in Zusammenhang, der Giftstoff schien in ihm aufzusteigen, nur teilweise waren die neu aufgelegten Mistelsamen an seiner Erkrankung mitbeteiligt. Auffallend war überhaupt bei diesem Versuch, daß die krebsigen Alterationen nicht immer mit dem Sitz der Mistelkeime zusammenfielen. So war besonders das Absterben von 3 Knospen am Aste II, welcher sonstige degenerative Prozesse nicht aufwies, auffallend und läßt die Annahme zu, daß zu diesen Knospen der Giftstoff innen, durch die Leitungsbahnen, zugeführt worden war. In dem gleichen Sinne ist wohl auch die Tatsache zu deuten, daß sich auch an Zweigen, die mit Mistelsamen nicht belegt gewesen waren, vertrocknete Knospen und um einzelne derselben mehr oder minder hervortretende krebsige Alterationen finden. Dies ließ sich besonders gut nach vollzogenem Laubfall, im Herbste 1915, verfolgen.

III. Versuch; mit dem Birnbaum, auf dem aus der Aussaat 1907 2 Mistelpflanzen erwuchsen, die aber später, eine 1913, die andere 1914, der Abwehr des tragenden Baumes erlagen.

Dieser Versuch hat ein doppeltes Interesse. Ursprünglich war der Baum nicht immun gegen Mistelbefall; von 620 auf Birnbäume ausgelegten Samen entwickelten sich in meinen Versuchen 3 Keime zu Pflanzen und zwei davon auf diesem, damals sehr jungen Baume. Ist er nun, nachdem er die einige Jahre getragenen Mistelpflanzen ausgemerzt hat, auch gegen Mistelbefall immun oder wird er auch jetzt wieder das Aufkommen von Mistelpflanzen gestatten? Wir werden sehen, daß der Versuch vorläufig noch nicht so weit gediehen ist, um eine Entscheidung im einen oder im andern Sinn zu ermöglichen.[1]

Belegt wurden 2 Äste mit je 10 Samen der Apfel-Mistel. Am 12./IV. 1915 wurden auf Ast I 10, auf Ast II 9 Samen, alle gekeimt, vorgefunden. Giftwirkungen waren keine erkennbar und so blieb es auch bei der zweiten, dritten und vierten Untersuchung. Bei der letzten, 23./IX. 1915, waren auf Ast I und Ast II die Keime von 8 Samen noch lebend.

Das Ausbleiben von Giftwirkungen entscheidet noch nichts, da solche auch auf die Aussaat 1907 nicht erfolgten. Da das Bäumchen aber bei der ersten Belegung mit Mistelsamen auf 10 Samen zwei Pflanzen ergab, so wäre, im Falle keine konstitutionelle Veränderung vor sich gegangen, das

[1] Vgl. die Angaben im Nachtrag.

heißt Immunisierung gegen Mistelbefall sich vollzogen hätte, bei der jetzt doppelt so hohen Zahl ausgelegter Samen das Aufkommen einiger Mistelpflanzen zu erwarten. Auch dieses Ergebnis hätte ein gewisses Interesse, weil so eine für den Mistelbefall geeignete Birnrasse, die bei etwaigem Fruchten auch bestimmbar wäre, ermittelt würde. Damit fänden die da und dort vorkommenden Angaben über örtliche Häufigkeit der Mistel auf Birnen (vgl. insbesondere die früher erwähnten Mitteilungen Gaspard's) eine Erklärung.[1] Das Ergebnis dieses Versuches muß noch abgewartet werden.[2]

Die weiteren Versuche in der Immunitätsfrage bestätigen also wenigstens, was das eine Objekt — die Wildbirne — betrifft, die durch eine zweite und dritte Infektion an jenem Birnbaum erhaltenen Ergebnisse, der unter der ersten Infektion so stark gelitten hatte.

Weniger klar liegen die Verhältnisse bei der Speckbirne. Anscheinend war sie durch die erste Infektion noch nicht immun geworden. Doch ist darauf hinzuweisen, daß dieser Baum noch im Herbste 1914, zur Zeit, da die zweite Infektion erfolgte, starke Nachwirkungen der ersten verriet und manches darauf hinweist, daß sie sich zum Teil auch auf das Jahr 1915 erstreckt hätten. Es ist also fraglich, ob der Baum zur Zeit, da der Versuch angesetzt wurde, als tauglich zu einem solchen angesehen werden kann.

Es läge aber noch eine andere Möglichkeit vor. Die starken Reaktionen des Astes I der Speckbirne auf die zweite Infektion könnten unter den Begriff der Anaphylaxie der Mediziner fallen.[3] In diesem Sinne ließe sich besonders die Stärke und das relativ schnelle Eintreten der Reaktion auf dem Aste I deuten.

Selbst wenn wir beide erörterten Deutungen ablehnen und die 1915 an dem Speckbirnbaum hervorgetretenen Reaktionen weder ganz noch teilweise als Nachwirkungen der ersten Infektion anerkennen wollen und auch die Annahme von Anaphylaxie zurückweisen, die Reaktionen nur als Folgen der zweiten Infektion deuten (womit also gesagt wäre, daß bei diesem Baum die erste Infektion zu keiner Immunisierung geführt hätte) so kann darin doch kein Beweis gegen stattfindende Immunisierung anderer Birnbäume durch eine überstandene erste Mistelinfektion erblickt werden.[4]

Wir haben ja auch bei infektiösen Krankheiten Beispiele, daß individuell eine besondere Disposition für eine solche vorliegt, daß ein einmaliges Überstehen der Krankheit nicht zu Immunität dagegen führt und ein zweiter Befall durch die gleiche Krankheit erfolgen kann.[5]

---

[1] Laurent E., »Influence de la nature du sol sur la dispersion du Gui (*Viscum album*)« erschienen im Bulletin de la societé royale de botanique de Belgique, Tome 29. 1890, berichtet, daß Gaspard bei Aussaaten auf Birne und Apfel fast immer Erfolg erzielt hätte.

Bei Bruck W. F., »Biologie, praktische Bedeutung und Bekämpfung der Mistel« (Biol. Abt. für Land- und Forstwirtschaft am kais. Gesundheitsamte, Flugblatt Nr. 32, 1904) heißt es: »es können ganze Kiefern- und Weißtannenwälder, ganze Apfel- und Birnbaumbestände empfindlich geschädigt werden«.

[2] Auch das Frühjahr 1916 brachte noch keine Entscheidung. Auf beiden Ästen lebten noch je 8 Samen, auf Ast I mit 11, auf Ast II mit 10 lebenden Hypokotylen. Die Mehrzahl der Keimlinge sah recht kräftig aus, ein Teil aber geschwächt, so daß ihr baldiges Eingehen zu erwarten ist. Reaktionen seitens des Birnbaumes keine vorhanden. Auffallend ist immerhin die große Zahl noch lebender Keime im Vergleich zu dem großen Abfall, den unsere, p. 7 [507] gegebene Tabelle im 2. Frühjahre ausweist. Nur eine der dort verzeichneten Birnrassen (Bergamotte Crassane) wich durch einen geringeren Abfall von den übrigen stärker ab.

[3] Bei Pick, a. a. O., p. 906, heißt es: Auch bei Infektionen, nach deren Ablauf scheinbar eine erhöhte Empfindlichkeit Platz greift, weil neue Infektionen stürmischer und rascher verlaufen als die erste, ist ein gesetzmäßiges, zur Immunität in nahen Beziehungen stehendes Verhalten festgestellt. Diese letzteren, früher rätselhaften Erscheinungen sind durch die neueren Arbeiten über Anaphylaxie bis zu einem gewissen Grade geklärt worden. Namentlich die Studien von Friedberger und Dörr über das Anaphylatoxin geben uns eine Erklärung für das scheinbar paradoxe Phänomen der erhöhten Empfänglichkeit und verstärkten Reaktion, die sogenannte Frühreaktion Pirquet's von immunen Individuen, die beobachtet werden kann, wenn der Infektionsstoff in die Gewebe solcher Individuen eingebracht wird.

[4] Vgl. auch hier den Nachtrag.

[5] Ja, diese zweite Erkankung kann einen gefährlicheren Verlauf nehmen als die erste. Man vergleiche die Ausführungen von Geheimrat Prof. Dr. J. Orth in seinem Artikel »Die Bedeutung der Rindertuberkulose für den Menschen«. (In »Die Naturwissenschaften«, 4. Jahrg., 1916, Heft 10.)

VII. Einiges über die anatomischen Verhältnisse in den durch das Mistelgift geschädigten Birnbäumen.

So wie Laurent die makroskopisch erkennbaren Wirkungen des Mistelgiftes nicht durch Abbildungen erläutert,[1] so ermangelt seine Schrift auch jeder Illustration der anatomischen Verhältnisse in den erkrankten Teilen. Die textliche Beschreibung ist ebenfalls sehr kurz gefaßt. Es heißt da: »Au microscope, les tissus parenchymateux apparaissent complètement détruits; les cavités cellulaires sont remplies par une substance noirâtre. Tel est l'aspect des cellules de l'écorce, des éléments du liber, à l'exception des fibres, qui restent normales, des cellules du cambium, des rayons médullaires et de la moelle. Dans les bois, dont la teinte est aussi plus sombre qu'à l'état sain, les vaisseaux sont remplis par une matière gommeuse jaunâtre qui les bouche et empêche la circulation de la sève.«

Ich wollte mir die Verhältnisse doch selber ansehen und unterzog von der in vorigem Abschnitt erwähnten Speckbirne den Ast I, der so starke Reaktionen zeigte, einer eingehenden makroskopischen und mehrfach mikroskopischer Untersuchung.

Es sei gleich bemerkt, daß die Angaben Laurent's im allgemeinen bestätigt werden konnten. Einige Ergänzungen und eine Divergenz der Auffassung wird das folgende bringen.

Der Ast wurde am 27. Mai in Stücke zerteilt und diese einzeln, von oben ausgehend, untersucht. Das oberste Stück von 20 *cm* Länge enthielt größtenteils, aber nicht ausnahmslos, totes Gewebe. Der erste Same klebte an einem Internodium; unter ihm befand sich eine Knospe, um die herum das Periderm blasig abgehoben war, nicht aber unter dem Samen selbst.

Der 2. Same mit einem Keimling saß unmittelbar ober einer Knospe. Hier war das Periderm unter dem Samen und rings um die Knospe blasig abgehoben.

Die untersten 2 *cm* wurden abgetrennt und davon einige Querschnitte untersucht. Sie zeigten in dem aus einem kräftigen Jahresring bestehenden Holzkörper eine etwa $^1/_4$ desselben umfassende keilförmige Partie verfärbt, ebenso einheitlich etwa die Hälfte des Markes und einzelne inselartige Stellen am Umfange des übrigen Markes. Von hier aus erstreckte sich die Verfärbung, teilweise radial vorspringend, auch in das Holz. Die Rinde war ober dem verfärbten keilartigen Abschnitt des Holzkörpers abgestorben; der Rest dürfte noch lebend gewesen sein, das Chlorophyll war hier nicht verfärbt.

Bei stärkerer Vergrößerung wurde ermittelt, daß die Braunfärbung der Rindenzellen, der Markstrahlen, des Holzparenchyms und des Markes durch gebräunte Inhaltsstoffe bedingt sei und vor allem auf Gerbstoff und Derivaten von solchem beruhe. In Eisenchlorid wurden diese Zellen schwarz.

Mit Rücksicht auf die Angaben Laurent's ist bemerkenswert, daß im Holze dieses Abschnittes Verstopfungen der Gefäße durch Gummi nicht vorhanden waren.

Das zweite Stück, ebenfalls von 20 *cm* Länge, hatte 2 Mistelsamen mit Keimen aufsitzen. Der eine mit 2 Keimlingen befand sich ober einer eingetrockneten Knospe, um die sich ringsum das Periderm abhob. Der zweite Same lag neben der zweiten folgenden Knospe; an dieser wie auch an der vorausgehenden Knospe (neben der kein Same sich befand) war ebenfalls Peridermablösung vorhanden. Die am unteren Teile des Stückes angefertigten Querschnitte zeigten, daß hier alle Gewebe, alle Elemente des Holzes, der Rinde und des Markes tot waren. Diesem Schicksal wären also auch jene Abschnitte verfallen, die in den oberen Teilen des Astes zur Zeit noch lebten.

Das dritte Stück hatte ungefähr 22 *cm* Länge. In der Mitte beiläufig ging der einzige seitens des Astes zum Austrieb gelangte Seitensproß (25 *cm* lang) ab. Bis nahe an ihn heran reichte die Fortsetzung des, schon im unteren Teil von Stück II, völlig abgestorbenen Astes. Auf diesem Stück saßen

[1] Auf der beigegebenen Tafel findet sich nur die photographische Aufnahme eines Zweiges wiedergegeben, dessen Blätter infolge des Absterbens der Achse vertrockneten und so an dieser verblieben. Unterhalb der durch den Mistelbelag geschädigten Teile geht ein kurzer Trieb mit gesundem Laube ab.

3 Samen mit ihren Keimen (4). Das Periderm war auf einem großen Teil der Sproßoberfläche blasig abgehoben, oberhalb des Seitensprosses begann es sich abzuschilfern. In der unteren Hälfte war der Sproß zum Teil noch lebend. Die erkrankten Partien, die durch krebsige Gewebeveränderungen hervortraten, hatten ihre Zentren gewissermaßen in den abgedorrten Knospen. Neben 2 der Knospen saßen Mistelkeime, aber auch im zwischenliegenden Knoten fehlten um die Knospe herum die gleichen Erscheinungen nicht.

Das vierte Stück von 14 und das fünfte von über 20 *cm* Länge zeigten ähnliche Verhältnisse wie die untere Hälfte des dritten. Die krebsigen Stellen waren streckenweise eingeschaltet zwischen gesunde, äußerlich normale Abschnitte. Es gab unter ersteren solche, die sich auf 8 *cm* durch mehrere Internodien fortsetzten (dabei im Verlauf manchmal auch eine Spirale beschreibend) und am Umfang so ausbreiteten, daß nur $^1/_5$, $^1/_4$ bis $^1/_3$ der Oberfläche von normaler Beschaffenheit war. Andererseits war stellenweise auf selbst mehrere Zentimeter langen Strecken die Oberfläche des Astes ringsum anscheinend gesund; nur waren auch in diesen Strecken die Knospen vertrocknet. Der basale Teil des Sprosses war lebend und unverändert.

Von den Stücken 4 und 5 wurden Aufnahmen gemacht, deren eine in Fig. 4, Taf. III vorliegt.

Nach Schilderung der äußerlich am Sprosse wahrgenommenen Veränderungen sei wieder zu den anatomischen zurückgekehrt. Über die ganz abgestorbenen Teile des obersten Stückes wurde schon berichtet. Die Verhältnisse erwecken den Eindruck, daß die Giftwirkung einen raschen Verlauf nimmt. Weder in der Rinde, noch im Holz dieses Abschnittes finden sich weitere Anomalien; nur der Tod sämtlicher sonst lebender Bestandteile ist festzustellen und eine ihm offenbar vorausgegangene Umsetzung im Inhalt, welche die Braunfärbung bedingt. Wie erwähnt, beruht diese auf gerbstoffartigen Substanzen, die wohl unter Umsetzung der normal in den betreffenden lebenden Elementen enthaltenen Stärke erfolgt. Fig. 5, Taf. III und Fig. 6 bringen Abbildungen aus frisch angefertigten, ohne jede Anwendung von Reagentien in Glyzeringelatine übertragenen Querschnitten. Fig. 5 (Vergr. 210 : 1) umfaßt die abgestorbene Rinde und einen Teil des anstoßenden Holzkörpers; man sieht besonders die Markstrahlen als dunkel verfärbte Streifen hervortreten, ebenso auch die Zellen des Holzparenchyms verfärbt. Fig. 6 (Vergr. 140 : 1) gibt die Verhältnisse im Mark und anstoßenden Teilen des Holzkörpers wieder.

Von Interesse war das an den Querschnitten des basalen Sproßstückes (*V*) Beobachtete. Der kräftige Sproß bestand hier zum Teil aus noch ganz lebenden, zum Teil, jedoch in geringerer Ausdehnung, aus abgestorbenen Partien. Von einer solchen ist der in Fig. 7, Taf. III, bei 3 facher Vergrößerung abgebildete Querschnitt gewonnen. Der Schnitt wurde durch den frischen Sproß geführt und dann einfach entwässert und in Kanadabalsam übertragen. Die Giftwirkung war hier noch beschränkt. Ein Teil der Rinde war abgestorben und fehlt an dem Schnitte, da er sich abtrennte. Darunter verfiel auch etwas vom Holzkörper dem Tode. Dieser keilartige, braun verfärbte Holzabschnitt tritt im Bilde gut hervor. Größeres Interesse boten entsprechende Schnitte bei Untersuchung mit stärkeren Vergrößerungen.

Sie führten zur Auffindung der mit Gummimassen verstopften Gefäße, die Laurent für das abgestorbene Holz als kennzeichnend anführt. Besonders gut wurden diese verstopften Gefäße nach Färbung mit Gentianaviolett sichtbar und nach einem solchen Präparate ist Fig. 8, Taf. III, angefertigt (Vergr. 40 : 1). Das Bild muß mit Fig. 7 verglichen werden. Es bringt den größten Teil des in Fig. 7 dunkel verfärbten, abgestorbenen Holzes, aber auch das darunter gelegene, bis ans Mark reichende, zur Anschauung. Es zeigt sich da deutlich, daß die durch Gummi verstopften Gefäße in einer Zone unterhalb des abgestorbenen Holzes liegen, in einer Zone, die selbst der kennzeichnenden Verfärbung des abgestorbenen Holzes noch nicht verfallen ist.[1]

[1] Besser als an Fig. 7 tritt das an dem Präparate hervor. Eine etwas verschiedene Nuancierung des Farbentons besitzt auch die verstopfte Gefäße führende Zone, aber der Ton ist ganz verschieden von der des toten Holzes. Die Photographie bringt aber diese Verschiedenheit nicht zur Geltung.

Es ist nun nicht daran zu zweifeln, daß diese Zone verstopften Holzes eine Abwehreinrichtung des Baumes darstellt, mit der er die Abgrenzung des toten Holzes gegen das noch lebende vornimmt und einem Weitergreifen der Giftwirkung zu begegnen sucht. Die Gummiverstopfungen sind deshalb kein Kennzeichen des abgetöteten Holzes, wie Laurent meinte, und die Leitung des Wassers nach höheren Sproßabschnitten wird wohl nicht erst durch die Ausscheidung der Gummimassen unterbrochen, sondern schon durch das Absterben aller lebenden Elemente in ganzen Abschnitten der Sprosse. Verständlich aber ist es, daß bei einem Weitergreifen der Giftwirkungen auch das durch die Gummi führenden Gefäße ausgezeichnete Holz dem Absterben verfallen kann. Sicher ist jedenfalls, daß die Gummibildung erst zu den sekundären Erscheinungen der Giftwirkung gehört, während sich primär schon das Absterben der lebenden Elemente des Holzes vollzogen hat.

Nachträglich habe ich noch eine der krebsigen Stellen von dem Bäumchen untersucht, das auf die erste Infektion so stark reagiert hatte (vgl. p. 3 [503]) und von dem die Bilder Fig. 1 und 2 der Taf. I gewonnen wurden. Die unterste krebsige Wucherung des in Fig. 1 wiedergegebenen Stämmchens wurde quer durchschnitten. Fig. 2, Taf. IV, gibt das Bild dieses Schnittes. Man sieht, daß der im Herbste 1910 belegte einjährige Trieb an der Stelle, wo der Mistelsame gelegen war, eine vollständig zerfallene Rinde zeigt und auch der Holzkörper darunter braun verfärbt und abgestorben ist. Dasselbe Schicksal betraf das Cambium, daher 1911 hier kein Holzzuwachs erfolgte. Überwallend hat sich aber der 1911er Jahresring um den des ersten Jahres teilweise vorgeschoben (der 1912er ist ganz schmal, denn der Trieb wurde am 12. Mai 1912 abgenommen), doch ist unter dem Mikroskop erkennbar, daß die krankhaften Störungen auch hier einsetzten. Der glockenförmige Umriß des abgetöteten Holzes ist dadurch bedingt, daß der Querschnitt den Grund einer abgestorbenen Seitenknospe traf.

In anatomischer Beziehung ließen sich die gleichen Erscheinungen verfolgen, die vorausgehend für den im Herbste 1914 belegten, 1915 untersuchten Sproß des Speckbirnbaumes beschrieben wurden. Zum Teil traten sie verstärkt hervor. Verstopfung der Gefäße durch Gummipfropfen ist sehr verbreitet, besonders zonenweise. Vor allem ist daran die Grenzlinie gegen das gesunde Holz reich, die das Mark durchsetzt und an Schnitten durch besonders dunkle Färbung hervortritt.[1] Auch in Markzellen sind Gummiballen vorhanden und streckenweise haben sogar die Libriformfasern einen gelbbraunen Inhalt.

VIII. Durch Mistelkeime veranlaßte Reaktionen, die an anderen Pflanzen beobachtet wurden und vielleicht ebenfalls als Giftwirkungen aufgefaßt werden können.

Mistelsamen und -Keime äußern Giftwirkung auch auf andere Pflanzen, obschon, nach meinen Erfahrungen, in keinem Falle annähernd so stark wie auf Birnbäume. Laurent[2] berichtet allerdings, daß einer seiner Mitarbeiter,[3] M. Chalon, die gleichen Giftwirkungen auch an eingetopften Pflanzen

[1] Fig. 2, Taf. IV, läßt dies nicht beobachten; sie bringt eben nicht die Aufnahme eines mikroskopischen Präparates, sondern den Durchschnitt eines ganzen Zweiges.

[2] A. a. O., p. 491.

[3] Vgl. p. 1 [501].

von *Spartium junceum* und *Ficus elastica*, die mit Mistelsamen belegt waren, gesehen habe. Auf *Spartium junceum*, worauf ich Mistelpflanzen aufzuziehen versuchte, habe ich Giftwirkungen nicht beobachtet. Die Mistelkeime (16 Samen mit 25 Keimen) starben teils im ersten teils im zweiten Jahre ab, ohne am *Spartium* Spuren zu hinterlassen.[1]

Wiesner[2] teilte die Beobachtung mit, daß Samen rasch keimender Gewächse, wie *Lepidium sativum*, *Linum usitatissimum*, *Trifolium pratense*, auf das Fruchtfleisch geöffneter Beeren von *Viscum album* gebracht, nicht keimten oder nur sehr verspätet »und dann nur sehr schwache Keimung« ergaben.[3] Ich möchte auch hierin eine Giftwirkung seitens des in den Mistelbeeren enthaltenen toxischen Stoffes erblicken.[4]

Als Reaktion auf den Giftstoff betrachte ich auch die pustelartigen Korkwucherungen, die an Flachsprossen der *Opuntia parvula*, unter den auf sie ausgelegten Mistelsamen und den aus ihnen hervorgetretenen Keimlingen gebildet wurden und die ich in der Abhandlung »Über Versuche, die Mistel auf monocotylen und sukkulenten Gewächshauspflanzen zu ziehen« (vgl. das Zitat in der vorausgehenden Fußnote) beschrieben habe.

---

[1] 1912 wurde gleichzeitig auch die Aufzucht auf *Cytisus* (*Sarothamnus*) *scoparius* (L.k.) versucht und sie gelang. Auf einem schwachen eingetopften Strauch erwuchsen zwei Mistelpflanzen. Auch hier waren auffallendere Giftwirkungen nicht zu beobachten, wohl aber unter einer Mistelpflanze eine stärkere Hypertrophie des Tragastes. Daß auch diese bei Mistelträgern häufigere Erscheinung vielleicht als Giftwirkung geringeren Grades auffaßbar sei, darüber später.

[2] »Vergleichende physiologische Studien über die Keimung europäischer und tropischer Arten von *Viscum* und *Loranthus*« (Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-naturw. Kl., Bd. CIII, Abt. I, 1894.)

[3] Wiesner führt dieses Nichtkeimen auf einen »Hemmungsstoff« zurück, den die Samen der Mistel enthalten sollen. Auf ihm beruhe auch die lange Samenruhe der Mistel. In letzterer Beziehung hat nun eigentlich Wiesner selbst die geäußerte Anschauung erschüttert, als er zeigte, daß die normal etwa ein halbes Jahr dauernde Samenruhe »unter Einhaltung der günstigsten Keimungsbedingungen sich auf 2 bis 3 Monate reduzieren läßt« (»Über die Ruheperiode und über einige Keimungsbedingungen der Samen von *Viscum album*«, Ber. d. D. Botan. Ges., 1897), was später, noch erfolgreicher, Versuche von mir erwiesen. »Samenreife und Samenruhe der Mistel *Viscum album* L. und die Umstände, welche die Keimung beeinflussen«. Sitzungsber. d. kais. Akad. der Wiss., Wien, math.-naturw. Kl., Bd. CXXI, Abt. I, 1912). Ich selbst habe mich über diese Frage in meiner Abhandlung »Über Versuche, die Mistel (*Viscum album* L.) auf monocotylen und auf sukkulenten Gewächshauspflanzen zu ziehen« (Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss., Wien, math.-naturw. Kl., Bd. CXXI, Abth. I, 1912), klar geäußert. Punkt 4 der Zusammenfassung lautet: »Die Annahme Wiesner's, daß in den Beeren sich ein die Keimung des Samens hemmender Stoff finde, der die lange Keimruhe der Mistel bedinge, wird, weil die Samen in den Beeren selbst schließlich zu keimen vermögen, nicht geteilt. Hingegen Wiesner's Befund, daß der Schleim der Mistelbeeren auf andere Samen die Keimung hindernd oder stark beeinflussend wirkt, auf das toxische Prinzip, das der Mistelkeim enthält, zurückgeführt.« Infolgedessen erscheint es wohl auch überflüssig und unberechtigt, daß Henrik Baar in der Abhandlung »Zur Anatomie und Keimungsphysiologie heteromorpher Samen von *Chenopodium album* und *Atriplex nitens*« (Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. Wien, math.-naturw. Kl., Bd. CXXII, Abt. I, 1913) in der Fußnote, p. 5, sagt: »In neuester Zeit wurde dies von Heinricher angezweifelt, er wiederholt aber die Versuche Wiesner's, welche für die Existenz von Hemmungsstoffen sprechen, nicht.« Es war, wie der zitierte Punkt 4 meiner Zusammenfassung ergibt, für mich kein Anlaß gegeben, die Wiesner'schen Versuche zu wiederholen. Ihr Ergebnis habe ich ja nicht in Zweifel gezogen, sondern nur die Deutung desselben. Was Wiesner einem Hemmungsstoff zuschreibt, führe ich auf einen Giftstoff, den die Mistelkeime und auch die Beeren enthalten, zurück. Übrigens ist darauf hinzuweisen, daß ein Schüler Wiesner's, Tomann, in der Abhandlung »Vergleichende Untersuchungen über die Beschaffenheit des Fruchtfleisches von *Viscum album* L. und *Loranthus europaeus* L. und dessen biologische Bedeutung« (Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss., Wien, Bd. CXV, Abt. I, 1906), das Nichtkeimen der in *Viscum*-Schleim eingebetteten Samen anderer Pflanzen als wenigstens zum Teil auf verhindertem Sauerstoffzutritt beruhend auffaßt.

[4] In der inzwischen erschienenen Abhandlung »Über den Mangel einer durch innere Bedingungen bewirkten Ruheperiode bei den Samen der Mistel (*Viscum album* L.)« (Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss., Wien, Abt. I, 125. Bd., 1916) habe ich nachgewiesen, daß man die Mistelsamen jederzeit in 2 bis 3 Tagen zur Keimung bringen kann und damit auch widerlegt, daß Hemmungsstoffe bei der Keimung eine Rolle spielen. In der gleichen Abhandlung streife ich auch die Frage, warum Samen anderer Pflanzen, die sonst rasch keimen, auf Mistelschleim nicht keimen. Auf Grund eigener Versuche bin ich zur Anschauung gelangt, daß hier wahrscheinlich nicht Giftwirkung vorliegt, sondern daß das Nichtkeimen der Samen darauf zurückzuführen sei, daß die Samen dem Mistelschleim das zur Keimung nötige Wasser nicht zu entziehen vermögen. Vollständig klar gelegt ist aber die Sache noch nicht. Über meine Versuche in dieser Frage wird an anderer Stelle eine Veröffentlichung folgen.

In der gleichen Abhandlung (p. 9) führe ich ferner das Absterben schwacher Pflanzen von *Corylus* an, die im vorausgegangenen Herbste mit Mistelsamen belegt worden waren, lasse es aber dahingestellt, ob dabei auch Giftwirkungen der Mistel eine Rolle gespielt haben.

Um darüber ins Klare zu kommen, belegte ich im Herbste 1912 mehrere *Corylus*-Büsche mit Mistelbeeren, und zwar 2 junge schwächlichere Pflanzen und die Zweige eines kräftigen Busches. Doch kam ich abermals zu keiner nach allen Richtungen sicheren Entscheidung. Wohl gelangte bei einer Pflanze der obere Teil eines Sprosses, der fünf keimende Samen trug, nicht zum Austreiben und starb ab, aber von den 20 ausgelegten Samen entwickelten sich auf der jungen Hasel 8 Mistelpflanzen, von denen einige am 10./X. 1914 schon die ersten Blättchen entfaltet hatten; Reaktionen von der Art, wie wir sie unter den Birnrassen kennen gelernt hatten, traten nicht auf, wohl aber zum Teil beträchtliche Hypertrophien an jenen Stellen, wo Mistelkeime eingedrungen waren. Die zweite junge Hasel ergab aus 20 Mistelsamen keine Pflanze, woran mir der schlechte Zustand des Wirtes Schuld zu sein schien; ob dieser durch das Mistelgift mitbewirkt war, blieb unsicher.

Auffälliger und eher auf Giftwirkung beruhend war aber das auf dem größeren Haselbusch Beobachtete. Hier waren 3 Äste mit Kiefer-Mistelsamen belegt worden, mit 10, mit 5 und mit 3 Samen. Im Frühjahre 1913, als die Samen gekeimt hatten (30./IV.), zeigte es sich, daß die Knospen gar nicht austrieben oder nur einen kümmerlichen Trieb entfalteten, wenn die Samen ober oder neben Knospen der Hasel hafteten. Am Zweige, der mit 10 Samen belegt war, starben 4 Knospen ab, zwei lieferten geschwächte Triebe, deren einer am 11./VI. ebenfalls einging. Einen Teil dieses Haselzweiges zeigt, nach einer Mitte Mai 1913 angefertigten Aufnahme, Fig. 9, Taf. II. In der Mitte befindet sich die eingetrocknete Knospe, ober der ein Mistelkeim haftet; darunter ist eine Knospe mit zurückstehendem Austrieb, neben der ein Mistelkeim lag. Am 11./VI. war dieser Trieb eingegangen.

In einem Parallelversuche, in dem die Mistelsamen mitten in den Internodien ausgelegt waren, wurden keine Giftwirkungen bemerkt.

Die Richtigkeit der Deutung, daß das Absterben der Knospen an der Hasel durch die ausgelegten Mistelsamen bewirkt wird, bestätigt aber noch ein zweiter, ebenfalls im Herbste 1912, angestellter Versuch.

Ein halbmeterhoher Haselbusch wurde mit 30 Beeren der Kiefern-Mistel belegt. Auch an dieser Hasel wurde festgestellt, daß Knospen, an deren Grund Mistelsamen gekeimt hatten, entweder völlig am Austrieb verhindert wurden und eintrockneten, oder nur einen geschwächten Trieb ergaben.

Diese Beobachtungen an der Hasel zeigen, daß besonders das jugendliche Gewebe der Knospen durch das Mistelgift geschädigt oder auch getötet wird. Wahrscheinlich können schwache, einjährige Triebe ebenfalls dem Gifte erliegen, wenn sie stärkeren Mistelbelag erhalten, ähnlich, wie junge Triebe von Birnen, infolge akuter Giftwirkung, einfach absterben und eintrocknen, ohne Zeit und Kraft zu Abwehrreaktionen gegen das Mistelgift zu finden. Ich habe aber schon gesagt, daß ich das Eintrocknen von Haselzweigen nicht so sicher als durch Mistelkeime bewirkt ansehen darf, als das Absterben der Knospen.

Unter den zahlreichen Aussaaten von Mistel auf Apfelbäume ergab sich ein Fall, in dem teilweise ähnliche Giftwirkungen auftraten wie auf Birnbäumen. Die Sorte war leider nicht benannt.

Im Herbste 1910 wurden 30 Linden-Mistelsamen auf die Zweige eines jungen Apfelbaumes ausgelegt. Bei der Revision am 5. Mai 1911 wurden 23 gekeimte Samen mit 42 Keimlingen nachgewiesen. Nach der Tagebuchaufzeichnung war der Baum am 26. Mai noch ohne Knospenaustrieb,[1] die Zweige aber noch bis zur Spitze lebend. In der Folge aber starben mehrere spitzenwärts ab und vertrockneten. Die unteren Sproßteile blieben am Leben, belaubten sich verspätet und bei der 3. Untersuchung am 14. Mai 1912 waren 31 lebende Mistelkeime, davon 15 schon mit Blättchen, vorhanden. Die Giftwirkung äußerte sich also hier, wie an jungen Birnzweigen, einfach im Absterben. Krebsige Bildungen, wie sie an älteren und kräftigeren Birnästen auftreten, blieben aus.

[1] Andere mit Mistelsamen belegte Apfelbäume hatten schon getrieben.

An einem der nach obenhin abgestorbenen Zweige des Apfelbaumes entwickelte sich am Grunde einer Mistelpflanze eine auffallend starke Hypertrophie. Sie ist in Fig. 9, Taf. I, nach einer am 20./VIII. 1912 gemachten Aufnahme, in natürlicher Größe wiedergegeben. Eine zweite Aufnahme vom 4./IV. 1914 liegt in Fig. 9, Taf. III vor, gibt aber das Objekt verkleinert wieder. Man sieht, daß der Sproß bis oberhalb der Hypertrophie abstarb, also auch in Teilen, die zur Zeit der ersten Aufnahme noch lebend waren. Die Mistelpflanze hat sich kräftig entwickelt, die Hypertrophie aber nicht mehr sehr wesentlich vergrößert. Ihre größte Breite betrug nun 14 *mm*. Die Reaktionsfähigkeit ist eben hauptsächlich dem jungen Gewebe eigen.

Sehr starke Hypertrophien an Apfelbaumzweigen wurden wiederholt auch dann beobachtet, wenn 2 oder 3 Keime eines Mistelsamens sich zu Pflanzen entwickelten. Die Keime dringen in solchem Falle natürlich in geringem Abstande von einander in den Wirt ein, werden aber durch das einsetzende Dickenwachstum später stark auseinander geschoben. Deshalb sind die Angaben Guerin's,[1] der im § 3 »Polyembryonie des graines« das Folgende aussagt, sicher irrig: »Les radicules des graines doubles sont divergentes. Elles donnent naissance à deux pieds jumeaux qui, au bout de cinq à six ans, ne forment plus qu'un seul empattement. Comme ces pieds ne sont pas toujours du même sexe, la fécondation peut se faire dans les conditions les plus favorables. Les touffes partie males et partie femelles ne sont pas rares,[2] mais généralement la partie mâle est la moins développée.« Von einer Verwachsung der Fußstücke solcher aus mehrembryonigen Samen hervorgehenden Pflanzen kann keine Rede sein. Das erweisen unsere Figuren 3 und 4, Taf. IV; doch kommen hiebei (besonders an Apfelbäumen) recht beträchtliche hypertrophische Anschwellungen zustande. In Fig. 3 ist ein Aststück abgebildet, an dem aus einem 2-embryonigen Samen die beiden Mistelpflanzen hervorgingen (Aussaat Herbst 1910, Keimung Frühjahr 1911, Aufnahme 3./IV. 1913[3]). Das in ungefähr halber Größe wiedergegebene Objekt hat durch die Hypertrophie eine starke lokale Verbreitung erfahren und zugleich eine Verflachung des Sprosses erhalten, so daß der Durchmesser in der Verbindungslinie der Fußstücke beider Mistelpflanzen 28 *mm* betrug, in der darauf Senkrechten nur 18 *mm*. Letzteren Durchmesser besaß der Sproß auch ober- und unterhalb der aufsitzenden Misteln bei hier normalem, kreisförmigem Querschnitt.

Die Aufnahme in Fig. 4, Taf. IV (Aussaat und Keimung wie bei Fig. 1, photographiert 4./IV. 1914), zeigt nun einen Fall, wo alle 3 Embryonen eines Samens sich zu Pflanzen entwickelten und gleichfalls eine recht ansehnliche Hypertrophie des Astes verursachten. Der größte Durchmesser an der angeschwollenen Stelle betrug 35, der kleinste 23 *mm*, während 5 *cm* darüber die beiden Durchmesser des Zweiges 18 und 15 *mm* aufwiesen.

Hypertrophien unterhalb Mistelkeimen (man könnte allgemein sagen: Keimen der Loranthaceen) sind eine sehr verbreitete Erscheinung, wenn sie auch unterhalb Mistelkeimen wohl selten das Ausmaß der in den Figuren 9 der Tafeln I und III, und 3 und 4 der Tafel IV abgebildeten erreichen. Ich möchte aber hier dem Gedanken Ausdruck geben, daß wir auch in diesen Hypertrophien[4] den Ausdruck einer

---

[1] A. a. O., p. 198.

[2] Dies erklärt sich daraus, daß auf einer Mistelpflanze sich eine zweite als sekundärer Parasit entwickelt hat. (Vgl. die Fußnote p. 12 [512]).

[3] Mistelpflanzen und Tragast zeigen die Größenverhältnisse, die schon im Herbste 1912 erreicht waren, da weder der Frühjahrstrieb der Mistel noch das Dickenwachstum des Nährastes um die Zeit der Aufnahme eingesetzt hatten.

[4] Ich verwende den Ausdruck im weiteren Sinne, obwohl es wahrscheinlich ist, daß nach Küster's Terminologie (vgl. Pathologische Pflanzenanatomie, I. Aufl., p. 65) die Bezeichnung »Hyperplasie« zutreffender wäre. Es dürfte sich bei diesen gallenähnlichen Verdickungen um eine abnorme Zellenvermehrung, nicht um abnorme Größenzunahme von Zellen handeln. Dafür spricht, was Küster a. a. O., p. 107, sagt: Die histologisch mannigfaltigsten, abnormalen Gewebeprodukte, die unter dem Einfluß fremder Organismen entstehen, unterscheiden sich von den entsprechenden normalen Geweben weniger durch die Größe als durch die Zahl ihrer Zellen und die eigenartige Differenzierung ihrer Gewebe.« Untersucht habe ich die Anschwellungen nicht und deshalb ist die Bezeichnung Hypertrophie hier im weiteren Sinne zu nehmen.

Giftwirkung erblicken dürfen.[1] Die Giftwirkungen kommen eben je nach dem Objekt, der Pflanzenart, (und innerhalb der Art nach Rasse und Individuum — siehe die Verhältnisse bei den Birnbäumen —) in verschieden abgestufter Weise zum Ausdruck. Im einfachsten Falle wirken sie als Reiz, der zur Hypertrophie führt und wohl zu vermehrter Teilung der Gewebe Anlaß gibt. In andern Fällen lösen sie gleich eine Reaktion aus, die defensiven Wert besitzt und sich in Ausbildung von Korkgewebe unter den ausgelegten Mistelkeimen äußert (Flachsprosse von *Opuntia*). Durch pustelartiges Hervortreten dieser lokalisierten Korkbildungen kommen ja gleichfalls Andeutungen einer Hypertrophie zustande.

In extremen Fällen treten akute Wirkungen ein, die insbesonders bei jugendlichen Organen (Knospen) oder bei stärkerem Belegen mit Mistelkeimen ganze ± schon differenzierte Gewebe-Komplexe, ja ganze jüngere Sproße töten und zum Abdorren bringen. An älteren kräftigeren Achsenteilen stark für das Mistelgift empfindlicher Pflanzen sind die abgetöteten Gewerbepartien mehr beschränkt und können Abwehrprozesse im umliegenden Gewebe eingeleitet werden: Korkbildung im angrenzenden Teil der lebend verbliebenen Rinde, Verstopfung der Gefäße im Umkreis des der Giftwirkung verfallenen Holzes durch Gummipfropfen.

Bei der Musterung meiner Mistelkulturen im Frühjahre 1916 ist mir noch ein bemerkenswerter Fall von Gallenbildung durch die Mistel aufgefallen. Er betrifft eine nordamerikanische Esche, *Fraxinus pubescens* und stammt aus einer Versuchsreihe, die 1911 in Fragen der ernährungsphysiologischen Rassen der Mistel eingeleitet wurde. Zur Aussaat wurden Beeren eines auf *Juglans nigra* im Parke zu Eisgrub befindlichen Baumes verwendet, die ich gefälliger Vermittlung verdanke.[2]

Das Belegen mit den Mistelsamen erfolgte am 14. Dezember 1911, die Keimung im Frühjahr 1912. Am 5./XI. 1913 erwähnt die Buchung die Anwesenheit von 9 Keimlingen, 3 ohne, 6 mit Blättern. Im Mai 1914 notiert sie 6 Pflänzchen mit Blättern, im Oktober desselben Jahres nur mehr 5 solche. Die Musterung am 4. April 1916 ergab das Vorhandensein von nur mehr einer Pflanze[3] Aber die Orte, wo Mistelpflänzchen gesessen hatten, waren durch recht bemerkbare Hypertrophien noch deutlich erkennbar. Sie glichen durch tierische Parasiten hervorgerufenen Gallen so sehr, daß man sie ohne Kenntnis der Sachlage sicher als solche angesprochen haben würde. Zwei derselben führt in etwas unternatürlicher Größe, Fig. 5, Taf. IV, vor.

Besonders groß ist die Ähnlichkeit mit den Gallen, welche die Larve des Espenbocks *Saperda populnea*, an *Populus tremula* und *Salix*-Arten erzeugt. Der Zweig, an dem die kleinere Galle sich findet, war im ganzen abgebildeten Stück tot. Sie war durch einen einembryonigen Samen veranlaßt; im Zentrum erkennt man den Ort, wo der primäre Senker eingedrungen war. Die Galle links war durch 2 dem gleichen Samen entwachsene Keimlinge verursacht. Der Ort, wo der eine seinen Senker eingetrieben hatte, ist sichtbar. Bis etwa 1 *cm* oberhalb der Galle war der Sproß tot, unterhalb derselben lebte er, ebenso die beiden an der Galle abgehenden Seitensprosse. Diese Galle wurde quer durchschnitten; ich vermutete darin noch lebendes Mistelgewebe zu finden, doch konnte keines nachgewiesen werden. Die Galle bestand überwiegend noch aus lebendem Gewebe; die Rinde zeigte sich wenig beeinflußt, aber der Holzkörper um die beiden primären Senker, die durch 3 Jahresringe (1913 bis 1915) verfolgbar waren, war um sie herum in einer Breite von 2 bis 4 *mm* braunschwarz verfärbt und seine sonst lebenden Elemente abgestorben. Das Mikroskop wies die gleichen Erscheinungen nach, die vorher vom Birnholz beschrieben wurden.

Von Interesse scheint mir an dem Falle zu sein, daß sich an diesen Mistelgallen von *Fraxinus pubescens* gewissermaßen eine Steigerung der Giftwirkung des Parasiten im Vergleich zu seiner Wirkung bei der Gallenbildung am Apfelbaum verrät. Bei letzterem bleibt es bei der Hypertrophie, bei dem Anreiz zu einer

---

[1] Küster a. a. O., p. 68: »Hypertrophien entstehen bei Gallenbildungen als Reaktion auf chemische Reize«, weiters: »Gallenhypertrophien, das heißt solche, die durch das Gift pflanzlicher oder tierischer Parasiten erzeugt werden.«

[2] Ursprünglich wurden die Beeren als von einer Mistel auf *Fraxinus excelsior* stammend bezeichnet, später erfolgte die Berichtigung, es sei eine Verwechslung des Baumes vorgekommen, der Träger sei *Juglans nigra*.

[3] Auch diese geht wahrscheinlich ein.

vermehrten Gewebebildung, die befallenen Äste aber bleiben erhalten. Bei der Esche ist die erste Reaktion ebenfalls ein Anreiz zur vermehrten Gewebebildung, die zur Galle führt. Aber darauf folgen noch die stärkeren toxischen Wirkungen, die das Absterben der umgebenden lebenden Holzelemente bewirken. Sie führen früher oder später, vermutlich in allen Fällen,[1] zur Ausmerzung des Parasiten. Jedenfalls unterliegt aber vielfach auch der infizierte Ast dem Verfalle.

An der untersuchten Galle von *Fraxinus pubescens* konnte noch festgestellt werden, daß die Hypertrophie durch eine vermehrte Kambiumtätigkeit an der Befallseite zustande kommt. Daran hat sowohl die Rinde teil, welche hier etwa um $^1/_3$ breiter ist als an der Gegenseite, als auch, und noch mehr, der Holzkörper, dessen Jahresringe einseitig bedeutend gefördert erscheinen.

Das großartigste Beispiel von hypertrophischen, durch Mistelbefall erzeugten Bildungen hat aber kürzlich von Tubeuf beschrieben und durch Abbildungen erläutert. In seiner Mitteilung »Die Lichtentaler Allee bei Baden-Baden. Ein Beitrag zur praktischen Bedeutung der Mistel,«[2] führt er die Verheerungen an, welche die Mistel an dem ihr als Träger besonders zusagenden nordamerikanischen Silberahorn, *Acer dasycarpum*, verursacht. Hier erreichen die durch den Parasiten hervorgerufenen Hypertrophien enorme Größe, so daß die Bezeichnung »Gallen« schon nicht recht passen will. Es entstehen an den Ästen gewaltige beulen- oder keulenartige Bildungen. Eine »Mistelkeule«, die verkleinert bildlich vorgeführt wird, hatte eine Länge von 45 *cm* und eine größte Breite von $13^1/_2$ *cm*.

Schlußbemerkungen.

Ich bin mir wohl bewußt, daß unter den in dieser Abhandlung geäußerten Anschauungen viel Hypothetisches steckt. Haben wir es tatsächlich in allen besprochenen Erscheinungen mit Giftwirkungen zu tun und ist eine Berechtigung vorhanden, eine Erklärung der Verhältnisse bei den Birnbäumen mit Hilfe der Hypothese der Bildung von Antigenen und Antikörpern zu versuchen?[3]

Kann die erwiesene Tatsache, daß auf eine erste Infektion mit Mistelkeimen stark reagierende Birnbäume, wenigstens in einigen Fällen und bisher in der Mehrzahl der geprüften, eine zweite sozusagen wirkungslos erscheinen ließen, berechtigt als erworbene Immunität gedeutet werden?

Ich habe schon an früherer Stelle darauf hingewiesen, daß vielfach neue und erweiterte Versuche nötig sind, um diese Fragen weiter zu klären. Immerhin enthält meine Studie doch so viel an tatsächlichen Feststellungen, daß diese allein ihre Veröffentlichung rechtfertigen.

---

[1] Vielleicht herrscht individuell verschiedenes Verhalten. v Tubeuf (an nachfolgend zitierter Stelle. p. 419) sagt: Die amerikanischen Eschen, besonders *Fraxinus cinerea = pubescens = pensylvanica* werden sehr gerne von der Mistel befallen.

[2] Naturw. Zeitsch. für Forst- und Landwirtschaft, 13. Jahrg., 1915, p. 408.

[3] In dem eben zitierten Artikel äußert sich v. Tubeuf auch rücksichtlich der Mistel ablehnend gegen die Hypothese, daß ihre Wirte durch Bildung »von Schutzstoffen, Gegengiften, Antifermenten« sich wehren könnten. Natürlich waren v. Tubeuf meine hier mitgeteilten Versuche mit den Birnbäumen noch nicht bekannt. Ob sie auf seine Anschauung von Einfluß sein werden, bleibt abzuwarten. Er sagt dort p. 412: »Nach meiner Auffassung bestehen die Eigenschaften der Pflanzen, welche leicht befallen werden und derjenigen, auf welchen die Misteln (und andere Parasiten) gar nicht oder schlecht gedeihen, in Eigentümlichkeiten, die ohne Einwirkung des Parasiten entstanden sind; ebenso steht es mit der individuellen Disposition verschiedener Alterszustände usw. Dagegen wird der Parasit von dem Nährboden seiner Wirtspflanze stark beeinflußt, so daß er zur Rassenbildung gebracht werden kann. Wenn also eine Pflanzenart gegen den Befall eines Parasiten geschützt ist und sich zu helfen vermag, dann hat sie diese Fähigkeit von vornherein, sie braucht sie nicht erst im Kampfe mit dem Parasiten zu lernen.*« Mir scheint darin ein Widerspruch zu liegen, daß von Tubeuf wohl eine Beeinflußbarkeit des Parasiten durch den Wirt, nicht aber auch des letzteren durch den Parasiten zugesteht oder doch nur in der in der Fußnote angedeuteten Weise. Das in dieser Gesagte scheint mir auch nicht das vorher Ausgesprochene zu stützen.

* Die Fußnote sagt: »Daß sich solche Fähigkeit unter dem Einfluß des Reizes steigert, ist bekannt.«

Manche der erörterten Erscheinungen ließen vielleicht eine einfachere Erklärung zu. Schon im Texte wurde darauf hingewiesen, daß das Nichtkeimen vieler sonst rasch keimender Samen auf Mistelschleim wahrscheinlich weniger einer toxischen Wirkung der Mistelsamen zuzuschreiben ist, als eher dem Unvermögen solcher Samen, dem Mistelschleim das zur Keimung nötige Wasser zu entziehen.

Von einem ähnlichen Gesichtspunkte ließe sich vielleicht auch die Erscheinung erklären, daß Zweigknospen der Hasel neben ausgelegten Mistelkeimen nicht austreiben oder nur einen verkümmerten Trieb entfalten. Man könnte daran denken, daß der Mistelschleim den Knospen Wasser entziehe und so ihr Eingehen oder die kümmerliche Entwicklung bewirke.

Selbst die Bildung von Korkpusteln auf den Flachsprossen von *Opuntia*, unterhalb ausgelegter und zur Keimung gelangter Mistelsamen, ließe sich als eine Reizwirkung lokal erfolgenden Wasserentzuges deuten und könnte die Annahme eines Giftstoffes als Reizursache entbehrlich erscheinen lassen.

Die Reaktionen aber, die an den Birnbäumen auftreten, das Absterben von Rinden- und Holzpartien unter den ausgelegten Keimen, das Immunwerden früher sehr reaktionsfähiger Individuen, auch unter diesen Gesichtspunkt zu bringen, scheint mir doch nicht durchführbar. Zumal, da ja nicht nur einjährige Sprosse mit noch wenig mächtiger Peridermlage starke Reaktionen auf ausgelegte Mistelkeime ergaben, sondern auch mehrjährige, durch Periderm vor Wasserentzug doch ausreichend geschützte.

Weiters will ich noch auf eine andere, der Aufklärung bedürftige Frage hinweisen. Es ist mehrfach davon die Rede gewesen, daß an den empfindlichen Birnrassen die Schädigungen durch Jahre andauern können und gewissermaßen als Nachwirkungen der stattgefundenen Infektion erscheinen. Besonders wurde auf solche bei der Besprechung der einen Wildbirne und des einen Speckbirnbaumes hingewiesen. Auch bei den Sorten »gute Luise von Avranches«, »Diel's Butterbirne«, »gute graue« waren sie festzustellen und bei der Letztgenannten glaube ich derlei Nachwirkungen noch im Frühjahr 1916 — also im fünften Jahre nach der Infektion — wahrzunehmen. Wir finden da zum Beispiel an im übrigen wesentlich gesund erscheinenden Trieben vertrocknete Knospen mitten zwischen andern normal zum Antrieb gelangten. Um die abgestorbenen Knospen gewahrt man sich ablösendes Periderm in ganz ähnlicher Weise, wie das so häufig bei Knospen beobachtet wurde, neben denen Mistelkeime ausgelegt waren.

Dann gehören zu den Nachwirkungen das verspätete Eingehen ganzer Sprosse oder Sproßsysteme, wie es sich bei der besprochenen Wildbirne im 3. Vegetationsjahr 1914 ereignet hat (vgl. Fig. 1, Taf. III).

Daß es sich in diesen Erscheinungen um durch die Infektion veranlaßte Wirkungen handelt, ist zweifellos. Die Frage ist nur die, ob man annehmen kann, daß sie Wirkungen des in der Pflanze noch immer vorhandenen Mistelgiftes oder ob sie sekundärer Natur sind. Ich meine damit, daß durch die primär dem Mistelgift erlegenen Gewebe Wundstellen an der Pflanze eröffnet werden, durch welche schädigende Einflüsse der Atmosphärilien, von Bakterien oder parasitischen Pilzen zur Geltung kämen und Ursache der weiteren Krankheitserscheinungen würden. Von vornherein würde mir diese Auffassung näherliegend erscheinen, doch stimmen einige Tatsachen nicht gut zu ihr, weshalb ich die Frage für noch nicht entschieden halte. Parasitische Pilze wurden nicht beobachtet.

Auch eine vereinte Wirkung beider erörterten Momente könnte den Nachwirkungserscheinungen zu Grunde liegen, so daß sie teilweise noch Äußerungen des Mistelgiftes, teilweise aber den eröffneten Wundstellen und den damit ermöglichten weiteren Zersetzungsprozessen zuzuschreiben wären.

Für die Fortdauer einer Giftwirkung wäre allenfalls sprechend, daß an infolge Infektion mit Mistelkeimen erkrankt gewesenen Birnbäumen noch in späteren Jahren an Trieben, die zur Zeit der Infektion noch gar nicht ausgewachsen waren, Knospen absterben, um welche die gleichen Gewebeveränderungen auftreten, wie sie auch direkt als Reaktion auf ausgelegte Mistelsamen zur Beobachtung gelangten. Es macht den Eindruck, als ob das Gift von älteren Partien aufstiege und in einzelnen Knospen zur Ansammlung käme.

Wenn man die Eröffnung von Wundstellen durch die Mistelinfektion und die dadurch ermöglichte Einleitung von Zersetzungsprozessen in Rinde und Holz in Betracht zieht, so scheint mir damit der Birn-

baum wenig übereinzustimmen, der die gewiß umfangreiche Wundstelle aufweist, die in Fig. 1, Taf. IV vorliegt.

Das ist jener Baum, der als Bäumchen im Frühling 1908 mit 10 Samen belegt, 2 Mistelpflanzen aufkommen ließ, sie aber, eine 1913, die andere 1914 ausmerzte. Von der einen, die schließlich die oben zitierte Wundstelle ergab, sind auf Taf. II die Abbildungen Fig. 3 und 5 gegeben, in Fig. 3 die ersten Anzeichen einer einsetzenden Gewebeveränderung im Birnbaum oberflächlich schon erkennbar, in Fig. 5 die Mistelpflanze welkend, die Veränderungen am Birnstamm schon viel ausgeprägter und die weitere Ausdehnung derselben angedeutet. Gewissermaßen als Nachwirkung kommt dann die Abstoßung größerer Gewebepartien zustande und schließlich die Wundstelle, wie sie 1916 war und im Bilde Fig. 1, Taf. IV, vorliegt. Das Aussehen der kranken Partie 1915, die in dem Falle nicht beobachtet wurde, kann man sich aus Fig. 7, Taf. II, versinnbildlichen, die den Ort der erst ausgemerzten Mistel, in dem auf das Absterben folgenden Jahre zeigt. Diese Ausbreitung der Reaktion der Gewebe um die Mistelpflanzen habe ich vorhergehend auch als Nachwirkung bezeichnet, sie scheint mir aber anderer Natur zu sein, als die Nachwirkungen auf das Gift der Mistelkeime bei Birnrassen, die gegen solches empfindlich sind. Es ist ziemlich klar, daß an dem Baume mit den 2 Mistelpflanzen alle Gewebe im Bezirk, den die Mistelpflanzen eingenommen hatten, abstarben. Aber trotz der großen Wundfläche, der größten, die überhaupt beobachtet wurde, sind an diesem Baume alle übrigen Nachwirkungserscheinungen ausgeblieben. So 1915, daher er in diesem Jahre getrost einer zweiten Infektion unterzogen werden konnte, so auch 1916. Wie schon vorher erwähnt, ist das Ergebnis dieser zweiten Infektion noch nicht erreicht.[1] Immerhin steht fest, daß bisher keine Reaktionen eingetreten sind und, was ziemlich befremdet gegenüber den Versuchen mit andern Birnbäumen, daß ein relativ beträchtlicher Teil der Mistelkeime im 2. Jahre noch im guten Zustande erhalten erscheint. Dieser Mangel von Nachwirkungserscheinungen an dem Baume mit der großen Wundstelle scheint mir einigermaßen gegen die Annahme zu sprechen, daß die Nachwirkungen auf Zersetzungsvorgänge zurückzuführen sind, die von den Wundstellen ausgehen. Die Möglichkeit, daß die Nachwirkungen eine Folge andauernder Wirkung des Mistelgiftes seien, das auch in neu getriebene Sprosse geleitet werden kann, scheint nicht ausgeschlossen zu sein.

Zusammenfassung.

1. Die schon von Laurent beschriebenen Giftwirkungen von Mistelsamen und Mistelkeimen auf Birnbäume werden durch erweiterte Versuche bestätigt.

2. Die Art der verwendeten Mistelsamen — Apfel-, Linden-, Birn- oder Pappelmistel — ist ohne Bedeutung. Das Ausbleiben von Giftwirkungen, die Äußerung solcher in geringem oder beträchtlichem Maße ist einzig von der jeweiligen Birnbaumrasse oder dem verwendeten Individuum abhängig.

3. Unterschieden werden echt immune (natürlich immune), unecht immune und nicht immune Birnbäume (Rassen, eventuell Individuen). Die echt immunen bringen, ohne daß irgendwelche Erkrankungsprozesse auftreten, die Mistelkeime zum Absterben.

Unecht immun, oder durch falsche Immunität ausgezeichnet, werden jene Rassen genannt, die infolge starker Giftwirkung einen Krankheitsprozeß durchmachen, der allerdings auch das Nichtaufkommen der Misteln zur Folge hat. Der unverkennbare Krankheitsprozeß läßt aber die Bezeichnung immun, die Laurent hier angewendet hat, wohl nicht als berechtigt erscheinen.

Nicht immun sind solche Birnbäume, auf denen Mistelkeime zu Pflanzen erwachsen können, ohne daß, wenigstens zunächst, Giftwirkungen zutage treten.

[1] Vgl. den Nachtrag.

4. Eine Folge sowohl der echten (natürlichen) als auch der unechten Immunität ist das seltene Aufkommen von Misteln auf den Birnbäumen. In einer mit 8 Birnbäumen verschiedener Rassen durchgeführten Versuchsreihe, in der 300 ausgelegte Mistelsamen über 400 Keimlinge ergaben, vermochte kein einziger Keimling sich zur Pflanze zu entwickeln. Als Gegenstück wird hervorgehoben, daß aus 90 auf 3 Apfelbäumchen ausgelegten Samen 95 Mistelpflanzen erwuchsen.

5. Das Absterben und Ausmerzen der Mistelkeime erfolgt auf den echt und unecht immunen Birnbäumen auffallend rasch. Zum Vergleich werden gleichzeitige Aussaaten auf Rotbuchen herangezogen, auf welcher Baumart das Vorkommen der Mistel noch fraglich erscheint, die künstliche Aufzucht ebenfalls nicht gelingt, auf denen jedoch die Mistelkeime erst spät eingehen.

6. In einer Versuchsreihe gelang es, aus 320 auf Birnbäumen ausgelegten Mistelsamen 3 Mistelpflanzen zu erziehen. Eine auf einem älteren Baume, 2 auf einem jungen Bäumchen, das nur mit 10 Samen belegt worden war.

7. Auf diesen Birnbäumen wurden durch die Mistelkeime keine Giftwirkungen hervorgerufen, doch hat der Birnbaum mit den 2 Misteln diese nach einigen Jahren unter Erscheinungen und Vorgängen zum Absterben gebracht, die bei unecht immunen Rassen schon den Keimlingen gegenüber Anwendung finden.

8. Da auch alte Mistelbüsche auf Birnbäumen gefunden werden, dürften auch Rassen bestehen, die keine Abwehr gegen die Misteln zu vollführen vermögen.

9. Zur Erklärung der mannigfachen geschilderten Verhältnisse wird auf das vermutliche Wirken von Toxinen und Antitoxinen hingewiesen. Natürlich immune Rassen wären befähigt, Antigene und Antikörper rasch zu bilden, das Misteltoxin führe daher nicht zu einer äußerlich wahrnehmbaren Wirkung. Unecht immune werden durch das Mistelgift stärker geschädigt — Reaktionen werden deutlich erkennbar, die Antikörperbildung erfolgt langsamer. Trotz starker Schädigung und oft jahrelanger Nachwirkung der Infektion wird aber an solchen Bäumen doch das Aufkommen der Misteln verhindert.

Auch bei den nicht immunen Rassen begegnen uns Abstufungen. Einerseits: die erste Entwicklung der Mistelpflanze wird nicht verhindert, — doch nach einigen Jahren erfolgt ihre Ausmerzung (man könnte das durch eine sehr verspätet eintretende Antitoxinbildung erklären); andrerseits: es scheint keine toxische Wirkung der Mistel zur Geltung zu kommen, daher auch keine Antitoxinbildung; die Mistelpflanzen erreichen ein beträchtliches Alter.

10. Eine Stütze finden obige Annahmen durch die festgestellte Tatsache, daß Birnbäume, die auf eine erste Infektion mit Mistelkeimen sehr stark reagierten und einen längeren Krankheitszustand durchmachten, auf eine zweite (in einem Falle dritte) gar nicht reagierten oder in geringster Weise und streng örtlich, auf die unter der Haftscheibe des Mistelkeimes befindliche Stelle beschränkt. Eine Schädigung oder ein Erkranken war nicht zu bemerken, die Parasitenkeime starben rasch ab. Der Eindruck ist der, die Bäume seien durch die erste Infektion gegen das Mistelgift — natürlich auch gegen Mistelbefall — immunisiert (aktiv immunisiert) worden.

11. Die von Laurent mitgeteilten, an den durch das Mistelgift geschädigten Birnbäumen nachgewiesenen anatomischen Befunde werden im allgemeinen bestätigt. Die abgetöteten Rinden- und Holzteile sind von braunen Massen erfüllt, die wohl durch Umsetzung von Stärke, die in den lebenden Elementen vorhanden war, entstanden und aus Gerbstoffen und Derivaten solcher bestehen. Das Absterben dieser Gewebe scheint oft rasch zu erfolgen, da man Abwehrmaßnahmen zunächst vielfach vermißt: Kork in der Rinde, Verstopfung der Gefäße mit Gummi im Holz.

12. Die Ausfüllung der Gefäße mit Gummi ist eine Abwehrmaßregel, die den Abschluß des getöteten Holzes vom lebenden anstrebt, daher sehr kennzeichnend für solche Grenzen ist. Das getötete

Holz ist also nicht, wie Laurent annahm, allgemein durch Verstopfung der Gefäße ausgezeichnet: primär erfolgt Tötung von Holzpartien, sekundär, in der Abgrenzung derselben, Verstopfung der Gefäße mit Gummi. Allerdings stirbt später auch dieses Holz ab.

13. Es werden auch Wirkungen besprochen, die durch den Mistelsamen oder Mistelkeime an anderen Pflanzen ausgelöst werden und vielleicht auf Giftwirkungen beruhen. *a)* Das Nichtkeimen sonst rasch und willig keimender Pflanzensamen bei Auslage auf den Schleim der Mistelbeeren. *b)* Das Entstehen pustelartiger Korkwucherungen an den Flachsprossen von *Opuntia parvula* unter ausgelegten und keimenden Mistelsamen. *c)* Das Eintrocknen von Knospen oder die Entfaltung kümmerlicher Triebe an der Hasel, wenn Mistelsamen ober oder neben Knospen ausgelegt werden. *d)* Gallenähnliche Hypertrophien, die bei vielen Pflanzen unterhalb sich entwickelnder Mistelkeime und -pflänzchen entstehen und in einzelnen Fällen auch die weitere Vegetation der Mistelpflanzen begleiten.

14. Die gallenartigen Hypertrophien können zumeist eine lange Lebensdauer haben, doch wird ein Fall beschrieben, in welchem frühzeitig Absterben des Holzes in der Umgebung des primären Senkers der Mistel (unter ähnlichen Erscheinungen wie bei den Birnbäumen) eintritt und dann der Parasit, meist auch die Galle, abstirbt.

15. Es wird zugegeben, daß manche der Deutungen hypothetisch sind und weiterer Aufklärung bedürfen. So, ob die Annahme von Toxinen, Antitoxinen, der Immunisierung usw. genügende Berechtigung hat. Für die Erscheinungen, die unter 13 erwähnt werden (besonders *a*, auch *b* und *c*), wird darauf hingewiesen, daß sie vielleicht einer anderen einfacheren Deutung zugänglich sind und nicht auf Giftwirkung beruhen.

Nachtrag.[1]

Ich bin nunmehr in der Lage, über das Ergebnis des Versuches III [Abschn. VI: Weitere Versuche zur Immunisierungsfrage) sicher zu urteilen und auch das Ergebnis eines im Frühjahre 1916 neu eingeleiteten mitzuteilen.

Zu Versuch III. Bei der am 24. August 1916 vorgenommenen Untersuchung fanden sich am Aste I alle 10 Samen vor, jedoch nur 8 mit noch lebenden Keimen. Von den 2-embryonigen Samen lebten entweder beide Keime oder war der eine lebend, der andere abgestorben. Von sämtlichen 15 Keimen der 10 Samen lebten 9, 6 waren tot. Das Aussehen der lebenden Keime ist so beschaffen, daß ich auf Grund meiner Erfahrungen sagen kann, daß vielleicht alle 9, gewiß aber die Mehrzahl, zu Pflanzen sich entwickeln werden. Dafür spricht, daß mehrfach leichte hypertrophische Anschwellung des Birnastes unter der Haftscheibe der Keimlinge zu beobachten ist und noch mehr, daß sich die Hypokotyle einzelner Keime mit dem plumularen Ende schon aufrichten. Auf dem Aste II konnten nur mehr 7 Samen mit 8 lebenden und 5 toten Keimen nachgewiesen werden. Von dem Aussehen der lebenden Keime gilt das gleiche, was bei Ast I gesagt wurde. Die Richtigkeit des oben gegebenen Urteils wird dadurch bestätigt, daß an diesem Aste ein Keimling bereits das erste Blattpaar entfaltet hat. Der Versuch ergibt also: 1. Der Birnbaum, der, als junges Bäumchen mit 10 Mistelsamen belegt, 2 Mistelpflanzen aufkommen ließ, sie aber nach einigen Jahren abstieß, erweist sich durch diesen ersten Mistelbefall als nicht immunisiert. Die zweite Aussaat, zu welcher 20 Samen verwendet wurden, wird nicht nur 4 Pflanzen (was prozentuell dem Ergebnis der ersten entspräche), sondern wahrscheinlich beträchtlich mehr ergeben. 2. Vermutlich ist damit eine für den Mistelbefall nichtimmune Birnrasse nachgewiesen. Das wird allerdings erst durch weitere Versuche zu bestätigen sein, da immerhin auch eine individuelle

[1] Gelegentlich der Korrektur, Ende August 1916.

Eigenheit des Baumes vorliegen könnte. Erweist sich die Eignung zum Befall durch die Mistel als Rasseneigentümlichkeit, so fände damit die da und dort zu findende Angabe über die Häufigkeit von Birnmisteln eine Erklärung. Der Versuchsbirnbaum ist jedenfalls eine Edelbirne. Da er in diesem Jahre auch 5 Früchte trägt, wird die Sorte durch einen Pomologen bestimmt werden können. Es könnte sein, daß eine solche Rasse in Gegenden, wo für sie günstige Lagen vorhanden sind, in größeren Mengen gezogen werden. An solchen Örtlichkeiten wäre erklärlicherweise das Mistelvorkommen ein häufigeres.

Bemerkt sei noch, daß während der genaueren und wiederholten Prüfung im Laufe des heurigen Jahres stärkere Reaktionen des Birnbaumes gegenüber den Mistelkeimen nicht beobachtet wurden. Geringe hypertrophische Schwellungen unter einzelnen Keimen wurden schon erwähnt. Gesehen wurden, und zwar besonders unter den Haftscheiben der abgestorbenen Keimlinge, jene geringen Reaktionen, die bei immunen und immunisierten Bäumen häufig beobachtet wurden und die durch die Bilder, Fig. 8, Taf. I, und Fig. 3, Taf. III, zur Darstellung gelangten.[1]

Die 1916 durchgeführten Versuche.

Im Frühjahre faßte ich den Entschluß, alle jene Birnbaumsorten, die sich in der im Abschnitte III mitgeteilten Versuchsreihe bei der ersten Infektion gegen das Mistelgift als hochgradig empfindlich und als dauernd geschädigt erwiesen hatten, neuerlich mit Mistelsamen zu belegen. Mit Ausnahme der Wildbirne, die in dieser Hinsicht schon geprüft worden war und auf die zweite Infektion keinerlei Reaktion gezeigt hatte, waren es also die folgenden Bäume: 1. Der Speckbirnbaum, der teilweise auch auf die zweite Infektion noch reagiert hatte, 2. die Sorte »Gute Luise von Avranches«, 3. Diel's Butterbirne, 4. die »Gute, graue«.

Gegenüber meinen früheren Versuchen war die Abweichung vorhanden, daß bei den diesjährigen das Belegen mit den Mistelsamen erst im Frühjahr erfolgte, während es bei jenen im Spätherbst geschehen war. Wie aus dem auf p. 1 [501] Mitgeteilten ersichtlich, hat Laurent seine Versuche ebenfalls im Frühjahre eingeleitet. Das Auslegen der Mistelkeime auf die genannten Bäume erfolgte am 29. März. Verwendet wurden die Samen einer auf *Crataegus Oxyacantha* gewachsenen Mistel. Die Embryonen waren schon in den Beeren etwas ausgekeimt; es hat dies aber nicht verhindert, daß sich späterhin alle mit ihren Haftscheiben in richtiger Weise an den ausgelegten Zweigen befestigten. Genaue Untersuchungen der belegten Zweige erfolgten am 17. Mai, am 24. Juli und am 24. August. Bei der letzten Untersuchung konnte auf Grund der durch die früheren Versuche von mir gewonnenen Erfahrung schon abschließend geurteilt werden.

Ich bespreche nun den Versuch und seinen Verlauf an den einzelnen Birnbaumsorten:

I. Der Speckbirnbaum. Es ist daran zu erinnern, daß dieser durch das erste Belegen mit Mistelsamen (1911) sehr stark gelitten hatte und dauernd geschädigt erschien (vgl. darüber p. 5 [505]. Er wurde dann im Herbste 1914 einer zweiten Infektion an drei Ästen unterzogen, über deren Verlauf auf p. 17, 18 [517, 518] berichtet wurde. An dem einen Aste erfolgten noch sehr starke Reaktionen, infolge welcher er sicher abgestorben wäre; zwei andere Äste ergaben keine deutlichen Folgen der Infektion und blieben erhalten. Einer dieser Äste, der 1914 mit 5 Samen belegt worden war, wurde nun zur dritten Infektion gewählt. Der Ast zeigte sich 1916 besonders gekräftigt und war zum Gipfeltrieb des Baumes geworden (der eigentliche Hauptsproß war der ersten Infektion erlegen). In dem unteren Teil waren einige abgestorbene Knospen vorhanden, der vorjährige Zuwachs, der allein mit Mistelsamen belegt wurde, war völlig gesund. An dem Gipfeltrieb wurden 5 Samen neben austreibenden Knospen angelegt, 3 Samen kamen auf einen schwachen Seitenast desselben.

Bei der ersten und zweiten Revision wurden 7 der ausgelegten Samen vorgefunden, und zwar wurden bei der ersten noch keine, bei der zweiten unbedeutende örtliche Reaktionen unter den Haftscheiben ein-

[1] Solche Reaktionen dürften wohl auch gelegentlich der ersten Aussaat aufgetreten, wegen ihrer Geringfügigkeit aber der Beachtung entgangen sein; dies umsomehr, als bei der ersten Infektion noch kein Anlaß geboten war, sie zu berücksichtigen.